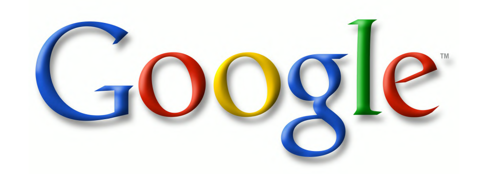
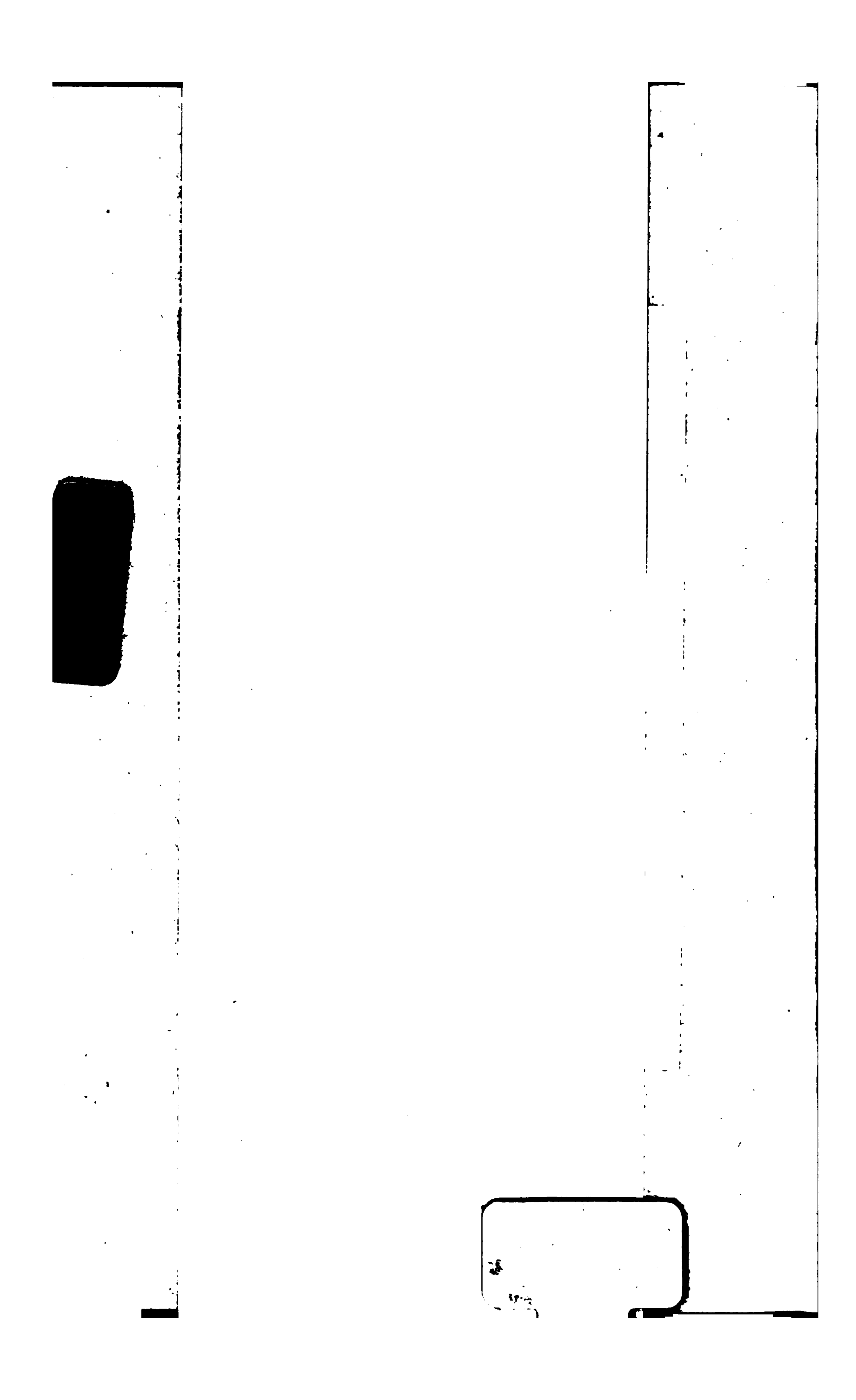






LES

CHEMINS DE FER

EN AMÉRIQUE

4988. — IMPRIMERIE A. LAHURE
Rue de Fleurus, 9

LES
CHEMINS DE FER
EN AMÉRIQUE

PAR

E. LAVOINNE
INGÉNIEUR EN CHEF DES PONTS ET CHAUSSÉES

ET

E. PONTZEN
INGÉNIEUR, ANCIEN ÉLÈVE DE L'ÉCOLE DES PONTS ET CHAUSSÉES

TOME SECOND

EXPLOITATION
Chemins de fer à voie étroite et Tramways

TEXTE

PARIS
DUNOD, ÉDITEUR
LIBRAIRE DES CORPS DES PONTS ET CHAUSSÉES ET DES MINES
49, QUAI DES GRANDS-AUGUSTINS, 49

1882

LES

CHEMINS DE FER

EN AMÉRIQUE

CINQUIÈME PARTIE

MATÉRIEL DE TRANSPORT

CHAPITRE XIV

VOITURES ET WAGONS

Généralités.

On sait que ce qui caractérise le matériel de transport des chemins de fer en Amérique, c'est surtout le mode de suspension sur deux trucks articulés et la grande longueur des wagons. La suppression des compartiments à l'intérieur des wagons de voyageurs et des entrées latérales remplacées par des entrées placées aux extrémités ajoute un trait de plus à la différence qui existe entre les matériels américain et européen. La libre circulation du personnel et des voyageurs d'un bout à l'autre du train, analogue à celle qui est possible sur un navire, au lieu de l'immobilité imposée aux voyageurs européens, pour lesquels il n'a pas été apporté de modification essentielle à la disposition des voitures circulant autrefois sur les routes de terre, achève le contraste.

Dans le principe, on s'était contenté, en Amérique comme en Europe, de reproduire les dispositions des voitures à compartiments transversaux employées sur les routes de terre : elles n'ont complétement disparu qu'en 1838, et l'on a continué sur certaines lignes à se servir, principalement pour le transport des charbons, de wagons à deux essieux peu différents des wagons européens.

La transformation du matériel de transport a eu pour point de départ celle qui venait de s'accomplir pour le matériel de traction. L'adoption du truck articulé pour l'avant-train des locomotives, appliqué d'abord par son inventeur M. John Jervis sur la ligne de Saratoga à Schenectady en 1833, dans le but de faciliter le parcours des courbes, et étendu ensuite à la construction de toutes les machines, ayant donné d'excellents résultats, on fut naturellement amené à en faire aussi usage pour les wagons, et à cause de la symétrie nécessaire pour permettre de les atteler indifféremment dans un sens ou dans l'autre, à faire porter les wagons par deux trucks semblables.

L'application du double truck à la suspension des wagons a eu des conséquences de plusieurs sortes : d'abord, en ce qui concerne les attelages, elle a forcé de concentrer sur l'axe même de chaque wagon les appareils de choc comme les appareils de traction, qui, par suite des inflexions plus fortes de la voie rendues possibles par l'emploi du double truck, ne pourraient être placés en dehors de cet axe, sans être exposés à subir des compressions ou des tensions exagérées. Il n'en est pas seulement résulté une disposition plus rationnelle des attelages : nous verrons plus loin qu'on est en outre arrivé, par des progrès successifs, à les rendre en quelque sorte automatiques, de manière à pouvoir accrocher ou décrocher les wagons en marche avec pleine sécurité.

En second lieu, le nouveau mode de suspension des wagons, en rendant la facilité du parcours dans les courbes indépendante de leur longueur, a conduit à accroître beaucoup cette longueur, pour obtenir une bonne utilisation du système des doubles trucks, qui sans cela eût alourdi considérablement le matériel, et notablement augmenté le prix de revient des transports par voyageur et par tonne de marchandise. On est ainsi arrivé, pour les wagons de voyageurs, à doubler la longueur de la voiture, qui, malgré cet allongement, a sur la voiture européenne un second avantage non moins important que la facile inscription des roues dans les

courbes : celui d'une atténuation notable de l'effet des inégalités de la voie.

Dans le système européen, où, en vue de cette facile inscription, on doit rapprocher les essieux des roues, les extrémités des caisses présentent un certain surplomb, qui accroît cet effet : chaque roue transmet en outre intégralement, si l'on fait abstraction des ressorts de suspension, les efforts horizontaux ou verticaux qu'elle subit, à la caisse. Avec le système des doubles trucks, dont les chevilles ouvrières peuvent être sans inconvénient rapprochées des extrémités des caisses, et qui sont placées à égales distances des essieux, la caisse ne subit plus par l'intermédiaire de ses deux points d'appui que la moyenne des déplacements, soit horizontaux, soit verticaux, des roues, sans aucun accroissement. On conçoit dès lors qu'un pareil mode de suspension est tout particulièrement approprié aux conditions d'établissement et d'exploitation des lignes américaines, dont la voie est loin de présenter, au moins au début, le même degré de perfection que sur les chemins de fer européens.

La plus grande longueur de caisse a amené à son tour la transformation complète de l'aménagement intérieur des wagons de voyageurs, où les compartiments transversaux ont disparu pour faire place à une sorte de salle commune, n'ayant plus que deux entrées, une à chaque extrémité. La suppression des entrées latérales, eu égard à la nécessité de convertir les parois latérales en fortes poutres armées, par suite du grand écartement des points d'appui, était la conséquence presque forcée du système de suspension et de l'allongement des voitures : on doit reconnaître d'ailleurs qu'en conduisant à l'établissement de plate-formes avec marches d'accès aux extrémités de chaque voiture, elle a permis de faire disparaître l'une des plus grandes incommodités des voitures à voyageurs européennes, dont les marchepieds latéraux rendent l'accès si difficile.

Plus importants encore sont les résultats de la transformation ainsi opérée sur les voitures au point de vue de la communication qu'elle a donné le moyen d'établir entre elles, et qui, avec le système de construction des wagons européens, est toujours si défectueuse. La faculté de circuler d'un bout à l'autre du train ne contribue pas seulement à la sécurité des voyageurs, et à la facilité du service des conducteurs et des gardes-freins : elle profite encore notablement au bien-être des voyageurs et à l'agrément des voyages,

quoi qu'on ait pu dire de la différence des mœurs de part et d'autre de l'Atlantique, et de la prédilection attribuée aux voyageurs européens pour un système d'aménagement des wagons qui les prive complètement de la liberté de leurs mouvements.

Les plus grandes dimensions données aux wagons de voyageurs, non seulement dans le sens de la longueur, mais encore de la largeur par suite de l'absence des portes latérales, et la suppression complète ou presque complète des cloisons intérieures, ont permis d'autre part de compléter leur aménagement intérieur par des installations qu'on pourrait appeler de première nécessité, si l'on n'était habitué à s'en passer en Europe, et de résoudre d'une manière pratique les questions de l'éclairage, du chauffage et de la ventilation appliquées aux wagons, à peine abordées chez nous, où la durée comparativement courte des voyages en chemins de fer fait qu'elle n'ont pas autant d'intérêt. En Amérique, au contraire, le séjour prolongé dans les wagons des voyageurs qui ont à parcourir de très longues distances, le froid extrêmement rigoureux en hiver, les chaleurs excessives de l'été, la nécessité de traverser sur beaucoup de lignes de récente construction des contrées presque désertes n'offrant que peu ou point de ressources pour le gîte et pour la nourriture des voyageurs, ont concouru à donner à ces diverses questions une importance exceptionnelle. La généralisation de l'emploi des wagons-lits, complétée sur certaines lignes par des wagons-restaurants, dont la réunion dans les mêmes trains en fait de véritables hôtels ambulants, et les améliorations de toute espèce apportées à l'installation intérieure des wagons, témoignent de la sollicitude constante avec laquelle les compagnies de chemins de fer se préoccupent de pourvoir au bien-être des voyageurs dans ces circonstances particulières, stimulées, il faut bien le dire, par la concurrence, sans laquelle leurs progrès dans cet ordre d'améliorations n'auraient sans doute pas été si rapides. L'imitation qui est faite aujourd'hui de ces installations perfectionnées sur plusieurs lignes européennes, et le bon accueil qu'elles reçoivent du public, montrent que, pour avoir dû leur origine à des conditions et à des mœurs différentes, elles n'en réalisent pas moins des améliorations que les voyageurs savent apprécier dans tous les pays.

En ce qui concerne les wagons de marchandises, l'adoption du mode de suspension sur deux trucks a eu incontestablement une moindre portée : la nécessité de maintenir pour la commodité des

transbordements les portes latérales a forcé, eu égard à la difficulté de renforcer les parois où elles doivent s'ouvrir, et aux charges plus considérables transportées, de donner une moindre longueur aux wagons. Ces wagons, pour ces divers motifs, ne se prêtent pas à un rapport du poids utile au poids mort aussi favorable que les wagons européens. Le maintien, déjà mentionné d'autre part sur certaines lignes, de wagons à quatre roues pour diverses marchandises, prouve que les wagons à quatre essieux ne s'appliquent pas également bien à toutes les sortes de transports.

Nous aurons du reste à constater pour les wagons de marchandises, comme pour les voitures de voyageurs, le soin apporté par les compagnies à approprier ces voitures à la nature particulière des transports : les grandes distances à franchir, et l'importance considérable de certains transports, donnent aux dispositions prises pour assurer la conservation des objets transportés un intérêt beaucoup plus grand en Amérique que sur nos lignes européennes.

Nous omettrions enfin un trait important du matériel roulant américain, si nous ne signalions pas l'emploi exclusif dans ce matériel des roues en fonte, que la bonne qualité des minerais employés et des perfectionnements ingénieux introduits dans leur fabrication ont permis de généraliser en conciliant l'avantage de l'économie avec celui de la sécurité.

Le matériel roulant américain n'a pas sensiblement changé depuis qu'il a revêtu les caractères généraux que nous venons d'indiquer. Les modifications principales qu'il a subies dans le cours de ces vingt-cinq dernières années ont eu principalement pour objet : 1° d'introduire plus d'uniformité dans tous ses éléments pour le rendre apte à circuler sur un plus grand nombre de réseaux, et pour en faciliter l'entretien ; 2° d'en accroître la capacité et la résistance. On a été ainsi conduit à augmenter le poids des wagons de 50 à 100 %, et à accroître dans une proportion analogue les charges utiles transportées.

Comme le nombre des roues supportant les wagons est resté le même, les charges par essieu se trouvent considérablement augmentées. Les locomotives ont nécessairement dû obéir à la même tendance, et leur augmentation de poids contribue à accélérer la dégradation de la voie, qui, malgré les soins plus grands apportés à son établissement et à son entretien, se détériore bien plus vite qu'autrefois, alors que les charges par essieu étaient moindres.

On n'a fait, en quelque sorte, que tourner dans un cercle vicieux: l'état peu soigné de la voie avait conduit tout d'abord à renforcer tous les éléments entrant dans la construction des wagons; il s'en est suivi que le poids des wagons s'est considérablement accru, et aujourd'hui les ingénieurs de la voie se plaignent du poids excessif du matériel roulant, devenu une cause d'usure rapide pour les rails, pour lesquels on n'emploie plus que l'acier dès que le trafic acquiert une certaine importance.

Le poids mort des voitures de voyageurs est aujourd'hui par voyageur d'environ 300 kilogrammes en moyenne, pour les voitures ordinaires ; il atteint de 700 à 900 kilogrammes pour les voitures de luxe (wagons-lits, wagons-salons, wagons-restaurants). Le poids d'un voyageur étant compté en moyenne pour 70 kilogrammes, cela fait pour les premières $4^t,3$, et de 10 à 13 tonnes de poids mort par tonne de poids utile, pour les secondes. C'est beaucoup plus que dans nos voitures françaises où l'on ne dépasse guère de 3 à 4 tonnes de poids mort par tonne de poids utile dans les voitures de première classe. Dans les wagons de marchandises américains, le poids mort constitue les 48 pour 100 du poids total, obtenu en ajoutant au poids propre du wagon la charge utile, tandis que sur les chemins français et anglais, il n'en est que les 33 pour 100.

Nous allons entrer maintenant dans un examen plus détaillé des diverses parties de la construction du matériel de transport, qui fera mieux ressortir les différentes particularités que nous venons de décrire.

Voitures à voyageurs.

Classification des voitures. — Nous avons dit (t. I, p. 468) qu'en principe il n'existait en Amérique qu'une seule catégorie de wagons. Ce principe se trouve toutefois tourné dans l'application sur presque tous les chemins de fer.

La nécessité de pouvoir transporter à très bas prix les immigrants arrivant le plus souvent sans ressources dans les ports de l'Atlantique, d'où ils ont encore à parcourir de très grandes distances pour atteindre les contrées où ils doivent s'établir, a amené les compagnies à consacrer au transport de cette catégorie spéciale de voyageurs des voitures d'un entretien moins coûteux que celles qu'elles emploient généralement au transport des voyageurs indigènes.

L'immigrant pauvre qui débarque sur le sol américain, habitué aux voitures de dernière classe de son pays, voyage sans répugnance dans les voitures dites d'immigrants (*immigrant's cars*), et la population américaine ne s'émeut pas de cette atteinte portée au principe de l'égalité. Elle accepte d'ailleurs très bien l'inégalité des fortunes, si elle rejette toute distinction de classes, et le public américain, que blesserait une semblable distinction appliquée aux voyageurs, admet fort bien que les persònnes aisées puissent à prix d'argent se procurer un supplément de confortable que se refusent celles qui doivent rechercher avant tout le bon marché.

Il s'agit en définitive de ne pas trop heurter le sentiment public.

C'est en faisant varier les usages spéciaux, auxquels peuvent être affectées les voitures, sous forme de wagons-lits (*sleeping cars*) ou de wagons-salons (*drawingroom cars*), que les compagnies ont cherché à donner satisfaction à la partie la plus riche de leur clientèle, sans donner prise contre elles à l'opinion publique.

La destination spéciale des voitures de luxe dissimule ainsi l'un des motifs qui portent les voyageurs aisés à les prendre, qui est le désir de ne pas se trouver en contact avec les classes moins aisées.

Ces diverses causes ont amené dans l'aménagement des wagons de très grands perfectionnements dont on pourra plus loin apprécier l'importance.

En dehors de la voiture ordinaire (*passenger car*), il y a donc la voiture pour immigrants, qui est d'un ordre inférieur, et les voitures de luxe qui se distinguent par leurs aménagements intérieurs, aussi bien que par leur suspension et leur construction plus soignées. Les wagons que l'on affecte, surtout dans les banlieues des grandes villes, aux fumeurs, tiennent en général le milieu entre les voitures pour immigrants et les voitures ordinaires.

Dispositions générales des caisses des voitures. — On sait que les voitures américaines, au lieu d'être divisées transversalement en compartiments, présentent un couloir longitudinal, de chaque côté duquel sont placés les sièges, comportant dans les wagons pour voie normale chacun deux places. Aux deux extrémités, sont logés dans les angles, des water-closets, un poêle et un réservoir d'eau à boire, ainsi qu'on le voit par la figure 3, pl. I.

Le nombre des places dans chaque voiture à voie normale, en tenant compte des sièges supprimés pour les poêles et les water-

closets, est en général de 56 à 62. Le nombre et la disposition des sièges subissent quelques changements dans les voitures sur les chemins de fer à voie étroite. Pour ne pas trop réduire l'espace affecté à chaque voyageur, les sièges dans ces voitures sont doubles d'un côté, simples de l'autre, ce qui place l'axe du passage central en dehors de l'axe longitudinal de la voiture. Afin d'assurer néanmoins une répartition symétrique de la charge, on change de côté, à partir du milieu de la voiture, les banquettes doubles et les banquettes simples.

Par suite de cette disposition des sièges, les voitures des chemins de fer à voie de 3 pieds (0m,915) ne peuvent contenir à longueur égale que les trois quarts du nombre de voyageurs admis dans les voitures pour voie normale; de plus, les voitures sont généralement moins longues : en fait, le nombre de places n'est plus que de 36 à 47.

Passage central. — La caisse des voitures pour voyageurs se distingue avantageusement des caisses de nos voitures par sa hauteur. Les traverses supportant le toit des voitures ne sont pas seulement plus élevées au-dessus du plancher que dans nos voitures; elles sont de plus très cintrées, de manière à accroître la hauteur libre au droit du couloir central. En outre, pour faciliter la ventilation et l'éclairage, tant de jour que de nuit, la partie centrale du toit se trouve toujours surélevée sous forme de lanterne régnant sur toute la longueur de la voiture. Les faces latérales de ce berceau central renferment alternativement des carreaux fixes et des panneaux en verre ou en bois, mobiles autour d'un ou de plusieurs axes, pour pouvoir, isolément ou ensemble, être ouverts ou fermés à volonté. Les lampes éclairant le wagon, logées généralement dans cette partie centrale surélevée, n'enlèvent rien à la hauteur libre, et de plus, en raison de leur élévation, éclairent un champ plus étendu.

Parois latérales. — Les parois latérales de la caisse, qui forment de véritables fermes reposant sur deux appuis espacés environ des trois cinquièmes de la longueur totale des wagons, sont construites ainsi que l'indiquent les figures 2, 6 et 7, pl. I.

Toute la hauteur des parois latérales comprise entre le dessous de la caisse de la voiture et le bord inférieur des fenêtres se trouve ainsi occupée par les éléments constituant les poutres. Aussi les glaces des fenêtres s'ouvrent-elles, non par abaissement, comme

dans nos voitures, mais par relèvement. Ce ne sont du reste pas seulement les châssis portant les glaces qui s'ouvrent de cette façon; les persiennes encadrées dans des châssis, qui remplacent les rideaux, sont également disposées de manière à pouvoir glisser dans des coulisses ménagées dans la paroi latérale des voitures, et se loger au-dessus de l'ouverture des fenêtres.

La construction solide des voitures conduit à donner une épaisseur d'environ 0m,15 aux parois, ce qui laisse entre les bordages un vide d'environ 0m,09 à 0m,10; on en profite dans les voitures de luxe, non seulement pour mettre des glaces doubles, mais encore pour loger, en dehors des doubles glaces et des persiennes, un quatrième châssis portant une fine toile métallique, que l'on abaisse en été, lorsque les doubles glaces sont relevées, pour empêcher les étincelles et la poussière de pénétrer dans les voitures.

Plancher et châssis. — Ce système de doubles parois, dont les doubles fenêtres ne sont qu'un cas particulier, est d'ailleurs appliqué d'une manière générale à la construction des wagons, dans le but de rendre la température à l'intérieur de la voiture indépendante des variations de la température extérieure. Grâce à son application, qui s'étend aussi au plancher des voitures, on parvient à maintenir des écarts assez considérables entre les deux températures, ce qui ne présente pas moins d'avantages en hiver pour le chauffage, qu'en été pour se garantir de la chaleur. Ce double plancher, constitué par des solives disposées obliquement et de manière à se croiser, a en outre l'avantage d'accroître notablement la rigidité du châssis portant la caisse, où viennent se fixer les barres d'attelage et l'appareil des tampons. Le double revêtement des faces latérales, bien que moins épais, n'en constitue pas moins aussi un surcroît de résistance.

Le châssis horizontal de la caisse est généralement formé de deux longerons extrêmes d'un fort équarrissage, que certains constructeurs renforcent, ainsi que le montre la figure 1, pl. I, par une armature en fer soutenue par des poinçons en fonte, et de quatre longerons intermédiaires.

Les traverses assemblées avec les longerons sont de différents équarrissages : le plus fort équarrissage est donné aux deux traverses placées près des points d'appui des trucks : le plus faible, aux traverses intermédiaires.

Les cadres formés par le croisement des traverses avec les longerons sont renforcés : 1° par des tirants en fer fixés sur les longerons et sur quelques-unes des traverses ; 2° par des croix de Saint-André en bois.

Ce n'est pas uniquement en vue des charges à supporter que les ingénieurs américains cherchent à accroître la rigidité des caisses des voitures. Plus cette rigidité est grande, plus les frais de leur entretien diminuent et plus leur durée augmente.

Mais le surcroît de résistance des caisses n'est pas seulement utile pour prévenir les déformations auxquelles elles sont exposées dans le service courant, par suite du parcours des courbes raides et multipliées, et des inégalités de la voie : elle diminue en outre la gravité des accidents en cas de collision des trains, éventualité dont on se préoccupe en Amérique plus qu'ailleurs.

En pareil cas, les voitures à parois résistantes, au lieu de pénétrer les unes dans les autres par emboîtement, comme le feraient les tubes d'une longue vue (*telescoping*), se déversent ou tendent à monter l'une sur l'autre, ou même, si la collision n'est pas trop violente, s'entre-choquent sans avaries.

On voit par là que, si le fort équarrissage des châssis et le surcroît d'épaisseur des parois ont le double inconvénient d'accroître le poids mort et le prix de revient des voitures, et de diminuer l'espace libre à égalité de dimensions extérieures, cet inconvénient est plus que compensé par les avantages réalisés au point de vue tant des frais d'entretien que du confort et de la sécurité des voyageurs.

Plates-formes. — Les plates-formes situées de part et d'autre de chaque voiture sont une conséquence nécessaire de la position des portes d'accès. On y arrive par trois marches placées de chaque côté. Pour monter en voiture, le voyageur a non seulement l'avantage de pouvoir s'appuyer sur une rampe ou main courante qui facilite la montée, et d'être à couvert, dès qu'il met le pied sur la première marche, mais encore, en raison du grand nombre de marches, celui d'une ascension plus facile.

Il trouve en outre, une fois arrivé sur la plate-forme, l'espace nécessaire pour se débarrasser des colis qu'il tient à la main. Ces plates-formes ont de plus une utilité spéciale pour le service. Les freins, au lieu d'être manœuvrés du haut des wagons, se manœu-

vrent de la plate-forme. Le personnel chargé de ce service est sans cesse en contact avec le public, qui, au besoin, et en cas d'urgence, peut lui-même le suppléer. Cette considération a perdu, il est vrai, de son importance, depuis que la généralisation de l'emploi des freins continus, manœuvrés par le mécanicien seul, dispense de se servir de freins à main.

Pendant que le train est en marche, les voyageurs ne doivent pas stationner sur les plates-formes. C'est une prescription que l'on trouve affichée dans toutes les voitures, mais dont l'observation n'est maintenue que sur certaines lignes de l'Est, tandis que, sur la plupart des chemins de fer, la plate-forme est généralement occupée pendant la belle saison par des voyageurs, et en particulier par des fumeurs. Ainsi que nous le verrons plus loin, il y a des lignes où l'on donne aux plates-formes des voitures de luxe une disposition qui permet à un assez grand nombre de voyageurs de s'y tenir à la fois sans danger.

La plate-forme est terminée par une forte traverse servant de poitrail, dont le tampon ou butoir et l'appareil d'attelage occupent le milieu. Pour rendre le passage d'un wagon à l'autre par les plates-formes moins dangereux, on adapte souvent à l'extrémité des plates-formes un tablier mobile autour d'une charnière horizontale, qui forme une sorte de pont-levis. La lisse horizontale, faisant office de garde-corps au-dessus du poitrail de la plate-forme, est alors enlevée pour permettre le passage d'un wagon à l'autre. Ce passage peut ainsi s'effectuer sans difficulté, et le public en use souvent; mais il est surtout commode pour le personnel, qui peut circuler d'un bout à l'autre du train, comme le fait celui d'un équipage à bord d'un navire.

Corde de communication. — Tous les wagons sont d'ailleurs reliés par une corde qui permet aux conducteurs, ainsi qu'au besoin au public, de correspondre avec le mécanicien. Cette corde qui se trouve, non sur le toit, mais à l'intérieur des wagons[1], est maintenue par des anneaux soutenus au moyen de courroies suspendues au ciel de la lanterne (pl. I, fig. 19), à une hauteur suffisante

1. C'est en 1842 que cette disposition de la corde a été proposée par M. Ayres, alors conducteur au service du New-York et Erié R.R., dont les wagons ne permettaient pas encore la circulation le long du train. (*R.R. Gazette* du 5 novembre 1880.)

pour ne pas gêner le passage par le couloir central, tout en étan susceptible d'être facilement atteinte en cas de besoin. Cette corde n'est jamais retirée de la voiture : elle y reste suspendue par ses anneaux, et lorsqu'un wagon est ajouté à un train, on assemble cette corde avec celles des wagons voisins, au moyen de bouts de corde de longueur convenable. Pour que l'assemblage puisse se faire rapidement, et pour que les attaches en bronze, qui servent à l'effectuer, puissent au besoin passer par les anneaux dans lesquels la corde est enfilée, on leur donne la forme indiquée pl. I, fig. 15.

Sièges. — Nous avons vu précédemment que les sièges dans les voitures pour voyageurs sont placés transversalement et à deux places chacun. La longueur extérieure de chaque siège est en général d'environ $1^m,02$ à $1^m,04$; le bâti étant habituellement en fonte, la longueur intérieure utilisable n'est guère moindre, de sorte qu'il y a environ $0^m,50$ de largeur de siège par voyageur.

Dans les voitures pour voie de $0^m,915$ de largeur, les sièges pour une personne ont $0^m,48$, ceux pour deux personnes, $0^m,92$ seulement.

L'espacement d'axe en axe des sièges dans le sens de la longueur de la voiture est d'environ $0^m,86$ à $0^m,92$, ce qui permet de placer, malgré l'espace occupé à chaque extrémité d'une part par le poêle, d'autre part, par les water-closets, de 15 à 17 banquettes en long, suivant la longueur de la caisse.

Ainsi que l'indique la figure 7, pl. II, le dossier des sièges est reversible, et le conducteur place en général tous les dossiers dans le même sens, de telle sorte que les voyageurs assis soient tournés vers l'avant du train. De cette façon, un voyageur, quand même il n'y aurait que très peu de places occupées, ne peut pas profiter du siège libre le plus voisin pour s'allonger. Il est vrai que le conducteur, qui est muni d'une clef, au moyen de laquelle il peut faire jouer les verroux qui retiennent les dossiers dans l'une ou l'autre des deux positions qu'ils peuvent prendre, ne se refuse pas habituellement à mettre le dossier d'une banquette inoccupée dans la position désirée par les voisins; mais, même dans ce cas, les sièges sont loin d'être aussi commodes que ceux des voitures européennes, qui permettent aux voyageurs assis d'avoir la tête appuyée, ce qui leur est impossible avec le dossier des sièges américains, élevé seulement d'environ $0^m,50$ au-dessus de la banquette.

Il est certain que le système des voitures américaines n'est pas incompatible avec une plus grande hauteur des dossiers; mais une surélévation considérable de ces dossiers ferait perdre aux voitures l'un de leurs avantages en faisant obstacle à la circulation de l'air et à la liberté de la vue.

L'absence de parois élevées derrière chaque siège entraîne un autre inconvénient : c'est contre ces parois fixes que se trouvent assujettis en Europe les filets ou crochets destinés à recevoir les menus colis que les voyageurs emportent avec eux. On ne pourrait pas surmonter les sièges à dossier reversible de traverses munies de filets, comme on le fait sur quelques lignes européennes qui ont adopté la grande caisse de la voiture américaine ; car ce n'est qu'en adossant les banquettes deux à deux, et en surélevant le dossier devenu commun et non reversible, que cette addition serait possible.

Sur quelques lignes, on s'est contenté d'adapter de distance en distance des filets contre les parois longitudinales (pl. II, fig. 11).

Remarquons toutefois qu'on a beaucoup moins, en Amérique qu'en Europe, à se préoccuper de loger les menus colis emportés par les voyageurs, qui, n'ayant rien à payer pour l'enregistrement des bagages, et sûrs de se les faire délivrer à l'arrivée avec la plus grande célérité, n'hésitent pas à se débarrasser de ceux dont ils n'ont pas absolument besoin en route.

Pour les petits sacs de voyage, on peut les loger sous les sièges, et les chapeaux peuvent être suspendus à des crochets fixés contre les montants qui séparent les fenêtres.

Les sièges sont généralement recouverts, ainsi que les dossiers, en velours de coton, excepté toutefois dans les voitures spéciales circulant en été, ainsi que dans les wagons affectés, soit aux fumeurs, soit aux immigrants. L'élasticité des sièges est souvent obtenue au moyen de ressorts en spirale, auxquels on superpose une couche matelassée. Il y a toutefois beaucoup de lignes sur lesquelles on emploie de préférence des sièges à ressorts autrement disposés. Nous donnons pl. II, fig. 12 et 13, les dessins d'un siège dont les ressorts sont disposés d'après le système Cobb, qui est assez répandu.

Pour les sièges non capitonnés, on emploie tantôt la tôle perforée, tantôt des barres de bois juxtaposées à claire voie, et disposées de manière à donner au siège plus de hauteur par devant que par derrière.

Les sièges laissent, ainsi que nous l'avons déjà dit, à désirer sous le rapport de la commodité. La largeur d'un mètre ou de $0^m,92$, suivant qu'il s'agit de la voie normale ou de la voie étroite, est en effet très insuffisante; aussi voit-on en général, et sauf le cas d'une affluence exceptionnelle, chaque siège occupé par un seul voyageur.

Portières et glaces. — Les portières des voitures s'ouvrent habituellement vers l'intérieur; elles ont de $0^m,63$ à $0^m,67$ de large, et leur hauteur au milieu est de $1^m,90$ à $2^m,00$. Elles sont habituellement terminées vers le haut par un demi-cercle. Ce sont des portes vitrées, dont les glaces sont le plus souvent protégées par un grillage. Pour que la porte puisse être maintenue ouverte, il existe sur le plancher un taquet (fig. 13, pl. I), présentant une saillie de deux à trois centimètres, raccordée de part et d'autre par des plans inclinés à un quart environ de hauteur pour un de base avec le niveau du plancher. Un ressort supporte ce taquet, et lui permet de s'enfoncer lorsque l'on ouvre la porte tout à fait, et qu'elle vient s'appuyer par son arête inférieure sur le plan incliné antérieur. Dès que la porte a franchi le sommet de ce taquet, celui-ci se relève et empêche la porte de se refermer. Il faut alors pour la fermeture exercer un effort analogue à celui qui était nécessaire pour ouvrir la porte en grand.

Cet arrêt, en quelque sorte automatique, cédant sous un effort qui ne compromet pas les charnières, paraît bien préférable aux crochets ou verrous qui exigent une certaine attention pour être mis en place, et qui, une fois fixés, sont exposés à être disloqués par les efforts des personnes qui voudraient fermer les portes sans les avoir préalablement retirés.

Les glaces des portes et des fenêtres ménagées à côté des portes dans les faces extrêmes des voitures sont fixes. Chaque voiture ordinaire a de 15 à 17 fenêtres, toutes de même grandeur, dans chaque face latérale. Les baies des fenêtres varient en largeur de $0^m,58$ à $0^m,60$, et en hauteur, de $0^m,81$ à $0^m,85$. Ainsi qu'il a été dit plus haut, pour ouvrir les fenêtres, on remonte le châssis portant les glaces; mais la hauteur disponible au-dessus du bord supérieur de la baie étant moindre que la hauteur de la baie, les glaces ne peuvent pas être suffisamment relevées pour la démasquer complètement. Il en résulte qu'il n'est pas facile de se pencher

par la fenêtre en dehors de la voiture; il faut pour cela se baisser. Cette disposition, qui aurait des inconvénients, surtout au point de vue de la ventilation, si le renouvellement de l'air ne pouvait se faire que par les fenêtres, n'en présente pas dans les voitures américaines, où la ventilation se trouve parfaitement assurée par la lanterne centrale régnant sur toute la longueur de la voiture.

Par contre, la difficulté que l'on rencontre à se pencher en dehors de la voiture a son utilité, car l'espace libre entre les parois extérieures de deux voitures qui se croisent sur un chemin de fer à double voie est si faible, que les personnes penchées seraient exposées à des dangers sérieux. Certaines compagnies ont même cru devoir pour cette raison garnir de barreaux les baies des fenêtres, afin de rendre absolument impossibles des accidents de ce genre.

C'est ce qui a lieu par exemple sur le chemin de fer de Philadelphia-Reading, où l'écartement d'axe en axe des deux voies n'est encore en beaucoup de points que de $3^m,26$. La largeur extérieure des wagons à la hauteur des fenêtres étant de $2^m,85$, il ne reste que $0^m,41$ d'espace libre. Nous avons vu (t. I, p. 368) que l'on s'occupait d'augmenter sur ce chemin de fer, là où cela n'entraîne pas de trop fortes dépenses, la distance d'axe en axe des voies.

Nous avons déjà dit que les rideaux sont remplacés par des persiennes très minces que l'on peut relever comme les glaces. Comme il serait fort gênant de ne pouvoir dégager sur toute leur hauteur les baies où elles sont placées, ces persiennes (*shutters*) sont divisées en deux par une séparation horizontale.

Ces persiennes présentent sur les rideaux usités dans le matériel européen le double avantage d'être d'un entretien plus facile, et de ne pas exiger pour être maintenues commodément en place la fermeture des glaces. L'emploi de machines outils spéciales a d'ailleurs permis d'en abaisser considérablement le prix de revient.

De même que l'on remplace par des persiennes les rideaux, on remplace les courroies dont on se sert en Europe pour la manœuvre et le maintien des glaces en diverses positions, par des verrous ou des loquets construits *ad hoc* (*sash locks*).

Chaque châssis, aussi bien le châssis des glaces que celui des persiennes, est muni d'un loquet dans le genre de celui que nous donnons pl. I, fig. 14; le verrou est retiré pour dégager le châssis de la position dans laquelle il se trouve. On fixe le châssis en le re-

poussant vers le haut ou le bas; le verrou poussé par un ressort vient alors se loger dans une des encoches ménagées dans la plinthe de la baie. Pour pouvoir arrêter les glaces dans une position quelconque, sans avoir pour cela à perforer la plinthe des baies de trop de trous, certains constructeurs arment la face antérieure du verrou d'un tampon en caoutchouc, qui, pressé contre les plinthes par le ressort du loquet, maintient la glace en place par frottement.

La majeure partie des habitations étant également munies de fenêtres à guillotine, le public américain est familiarisé avec ce système de manœuvre des glaces.

Les faces latérales de la lanterne supérieure, portent, ainsi qu'on le voit (pl. I, fig. 1 et 4, et pl. V, fig. 1 et 2), alternativement des glaces invariablement fixées, et des persiennes ou volets mobiles permettant de régler le renouvellement de l'air dans la partie surhaussée du wagon. Ainsi que nous le verrons plus loin, en parlant de la ventilation et du chauffage des wagons, on adapte souvent, dans les panneaux latéraux de ce surhaussement, des appareils spéciaux destinés à activer plus ou moins la ventilation par l'aspiration de l'air contenu dans le wagon.

Éclairage des wagons.

L'éclairage intérieur des wagons à voyageurs se fait en général, soit au moyen de grandes lampes à huile minérale suspendues dans l'axe du wagon, soit au moyen de bougies semblables à celles dont on se sert pour les lanternes de voitures, et disposées au nombre de quatre dans des lanternes suspendues dans l'axe du wagon. Ces bougies ont 30 millimètres de diamètre, et donnent chacune environ 1,75 fois la lumière d'une bougie ordinaire, soit 28 0/0 de la lumière de la lampe carcel normale. Cet éclairage est loin d'être suffisant, bien que, par suite de leur position au sommet du surhaussement central du wagon, la lumière que projettent ces lampes s'étende très loin. Ces bougies ont toutefois sur nos lampes l'avantage de pouvoir être allumées à l'intérieur des wagons, à tout moment, non du dehors seulement pendant les arrêts.

On brûle généralement dans les lampes du pétrole ou des produits dérivés du pétrole; toutefois, à la suite de quelques accidents, l'État d'Ohio a interdit en 1877 d'employer à l'éclairage des wagons de l'huile de naphte, ou tout autre produit de la distillation de la

houille ou du pétrole susceptible de s'enflammer à une température inférieure à 150° centigrades.

L'emploi de l'huile dite « *kerosine* » qui s'enflamme à 66° centigrades, et qui présente des dangers sérieux, a été proscrit sur presque tous les chemins de fer.

Par contre, un produit de distillation plus lourd des huiles minérales dit « *mineral sperm oil* », ne s'enflammant qu'à 150 degrés centigrades, est d'un emploi très répandu. Chaque lampe alimentée avec cette huile équivaut à 4,2 bougies types. Les quatre lampes d'une voiture, et c'est le nombre qu'emploie le chemin fer de New-York, Lake Erié et Western, fournissent donc la lumière de 17 bougies au prix par an de 122 francs. Cette compagnie a commencé à se servir de lampes d'une construction perfectionnée dites « Hicks' Lamps » équivalentes chacune à douze bougies.

Toutefois, l'éclairage le plus satisfaisant est sans contredit l'éclairage au gaz. Sur le Philadelphia-Reading R.R., on emploie du gaz fabriqué au moyen de pétrole, et emmagasiné dans des réservoirs en tôle fixés sous le wagon. Ce gaz y est comprimé à 24 kilogrammes par centimètre carré (1200 livres par pouce carré)[1].

---

1. D'après une notice publiée par *The Railway and Marine Gas Light Company*, les frais pour fabriquer suivant le procédé Patton 5000 pieds cubes (141^{mc},35) de gaz de pétrole par jour, sont, en prenant les prix des matières et de la main-d'œuvre à Philadelphie pour bases, les suivants :

246 litres de pétrole non raffiné à 0^f,0528	13 fr.	»
423 litres de coke à 0^f,0071	3	»
Une journée d'ouvrier	7	50
Entretien et intérêt du capital d'installation	1	50
	25 fr.	»

Ce gaz équivaudrait par bec à 70 bougies, tandis que le gaz extrait de la houille n'équivaut qu'à 14.

Pour produire une lumière équivalente à celle de 12 bougies normales, la même Compagnie établit les prix par heure comme suit :

Gaz de pétrole	0^f,005
Gaz de charbon	0^f,050
Gazéoline	0^f,055

Pour répandre dans une voiture, au moyen de 5 becs de gaz de pétrole, une lumière équivalente à 70 bougies normales consommant chacune par heure 120 grains (7^{gr},80 de stéarine), il faut brûler un pied cube, soit 0^{mc},0283 de gaz de pétrole par bec.

Pour l'éclairage d'une voiture au moyen du gaz de pétrole, on compte donc par heure 0^f,025. Le gaz de pétrole est comprimé au début à 10 kilogrammes par centimètre carré. Afin que, malgré la grande diminution de pression qui résulte de la consomma-

Sur les chemins de fer de Pennsylvanie, on brûle du gaz ordinaire comprimé seulement à $4^{kil},2$ par centimètre carré.

La consommation est par bec de $0^{mc},085$ pour le premier gaz, et de $0^{mc},113$, pour le second. Chaque voiture, munie de 4 becs donnant une lumière de 17 à 18 bougies, est éclairée d'une manière très suffisante.

Ce système d'éclairage n'est toutefois possible que pour les voitures qui ne quittent pas les lignes sur lesquelles les réservoirs de gaz peuvent être alimentés. Les voitures passant sur les lignes voisines doivent être munies de six lampes brûlant de l'huile minérale.

On estime que l'éclairage au gaz par quatre becs correspond, comme l'éclairage à l'huile minérale par six lampes, à 70 bougies, et revient par an, c'est-à-dire pour 3000 heures, à 450 francs, soit à 15 centimes par heure.

Nous donnons dans le tableau suivant une comparaison du prix de revient des deux systèmes d'éclairage employés pour les voitures du chemin de fer de New-York, Lake Erié et Western.

DÉSIGNATION du SYSTÈME D'ÉCLAIRAGE.	NOMBRE DE CENTRES LUMINEUX.	ÉQUIVALENT EN BOUGIES par centre lumineux.	ÉQUIVALENT EN BOUGIES DE LA LUMIÈRE fournie en totalité.	FRAIS de PREMIER ÉTABLISSEMENT.	CONSOMMATION DE MATIÈRE ÉCLAIRANTE par an, soit par 3000 heures.	PRIX DE L'UNITÉ de LA MATIÈRE ÉCLAIRANTE.	PRIX DE LA MATIÈRE ÉCLAIRANTE consommée en 3000 heures.	FRAIS ANNUELS D'ENTRETIEN.	AMORTISSEMENT : 10 %. DES FRAIS DE 1er ÉTABLISS.	PRIX DE REVIENT DE L'ÉCLAIRAGE pour 3000 heures.
				fr.	kilog.	fr.	fr.	fr.	fr.	fr.
Bougies............	4	1,75	7,00	120	180	1,78	320	12	12	344
					m3					
Lampes ordinaires à huile minérale....	4	4,20	16,08	100	0,225	400	90	22	10	122

La Compagnie du New-York, Lake Erié et Western R.R., en vue

tion, le même volume de gaz arrive aux becs, on le fait passer par un régulateur. Le régulateur Foster, souvent employé, consiste en un réservoir, où le gaz, avant d'arriver aux becs, est amené par un tuyau fermé par un robinet rattaché à un levier. Le levier est chargé d'un poids, qui se trouve relié à un diaphragme séparant le premier réservoir d'un autre réservoir communiquant avec l'air libre. Plus la pression est forte, plus le diaphragme est soulevé, et avec lui le poids, ce qui fait que le levier ferme davantage le robinet d'admission. Par contre, si la pression du gaz diminue, le diaphragme s'abaisse sous la charge du poids qui y est attaché, et le levier, invariablement relié au poids, amène alors le robinet dans une position donnant un plus grand passage au gaz.

de remédier à l'insuffisance de l'éclairage de ses voitures par des bougies ou des lampes, qui, d'après le tableau précédent, n'équivaudrait qu'à 17 bougies tout au plus, s'est livrée à une étude approfondie des prix de revient correspondant à divers moyens d'éclairage et à des quantités de lumière variant de 52 à 76 bougies. Plus en effet le nombre des centres lumineux est grand, plus la somme totale des équivalents de lumière peut être diminuée, tout en remplissant la condition regardée comme essentielle par les ingénieurs américains, savoir : que tout voyageur doit pouvoir lire à la clarté des lampes. Nous reproduisons dans le tableau suivant le résultat de cette étude, dont nous devons la communication à M. O. Chanute, directeur général de ce chemin de fer.

DÉSIGNATION du SYSTÈME D'ÉCLAIRAGE.	NOMBRE DE CENTRES LUMINEUX.	ÉQUIVALENT EN BOUGIES PAR CENTRE LUMINEUX.	ÉQUIVALENT EN BOUGIES DE LA LUMIÈRE fournie en totalité.	FRAIS DE PREMIER ÉTABLISSEMENT	CONSOMMATION DE MATIÈRE ÉCLAIRANTE par an, soit par 3000 heures.	PRIX DE L'UNITÉ DE LA MATIÈRE ÉCLAIRANTE.	PRIX DE LA MATIÈRE D'ÉCLAIRAGE consommée en 3000 heures.	FRAIS ANNUELS D'ENTRETIEN.	AMORTISSEMENT : 10 % DES FRAIS de premier établissement.	PRIX DE REVIENT de L'ÉCLAIRAGE POUR 3000 HEURES
				fr.	kilog.	fr.	fr.	fr.	fr.	fr.
Bougies.........	30	1,75	52,5	900	1348,3	1,78	2400 »	45 »	90 »	2535 »
Lampes ordin. à					m. c.					
huile minérale.	14	4,20	58,8	350	0,78	400 »	312 »	77 »	35 »	424 »
» système Hicks.	6	12,00	72,0	412	0,791	400 »	316 50	97 50	41 25	455 25
» » Hitchcock	4	12,00	76,0	560	1,156	826 »	954 80	30 »	56 »	1040 80
Gaz de houille...	4	17,50	70,0	725	1700 m.c.	0,375	637 50	25 »	72 50	735 »
» de pétrole	4	17,50	70,0	725	1020	0,267	270 30	25 »	72 50	367 30

Ainsi que le montrent ces tableaux, on pourrait quadrupler l'éclairage actuel des voitures, en remplaçant les lampes ordinaires à huile minérale par des becs alimentés par le gaz de pétrole, sans augmenter les frais dans le même rapport. L'augmentation des frais d'éclairage serait seulement dans le rapport de 1 à 3. Par contre, l'éclairage au gaz, que le gaz soit tiré de la houille ou du pétrole, présente toujours l'inconvénient d'exiger, de distance en

distance, des installations pour la fabrication du gaz. Les voitures devant passer sur des lignes ne possédant pas de réservoirs de gaz comprimé doivent donc être munies de lampes de réserve.

Un inventeur dont le nom a marqué en ce qui concerne les freins, M. Westinghouse, a imaginé récemment un mode d'éclairage qui, tout en présentant les avantages de l'éclairage au gaz, le rend indépendant de cette sujétion. M. Westinghouse tire parti de la compression de l'air servant à actionner son système de freins continus pour fabriquer le gaz employé à l'éclairage des voitures. A cet effet, il munit chaque voiture, déjà pourvue d'un réservoir d'air comprimé pour les freins, d'un deuxième réservoir d'air pour l'éclairage. L'air comprimé y arrive par une valve qui rend le contenu de ce récipient additionnel indépendant des variations de pression résultant de la manœuvre des freins. Sur son chemin de ce réservoir aux becs brûleurs, l'air passe d'abord par une soupape régulatrice qui le maintient à une pression équivalente à celle d'une charge d'eau de $0^m,025$; puis l'air pénètre dans une caisse en tôle ayant environ $0^m,27 \times 0^m,36 \times 0^m,86$, placée sous un siège de la voiture. Cette caisse est remplie, soit de lave volcanique, soit de tout autre corps poreux, imbibé d'huile légère produite par la distillation du pétrole. L'air, en passant par ces matières imbibées d'huiles légères, se charge suffisamment d'hydrocarbures pour devenir un très bon gaz d'éclairage. Quatre becs alimentés par cet air carburé suffisent pour éclairer parfaitement une voiture à voyageurs. Chaque bec peut donner une lumière dont l'intensité est de vingt-cinq à trente-cinq fois celle de la lumière d'une bougie normale. Par ce seul fait que l'huile légère se trouve imbibée dans des corps poreux, on sait que le pétrole ne présente plus les dangers qui l'ont fait proscrire tant qu'il était employé directement à l'alimentation des lampes.

Ventilation et Chauffage.

Les grandes voitures américaines, dépourvues de cloisons transversales, où les dossiers même des sièges ne créent pas de sérieux obstacles à la libre circulation de l'air, se prêtent tout particulièrement bien à une solution satisfaisante des problèmes du chauffage et de la ventilation.

Le programme d'un bon chauffage doit être de rendre aussi faibles

que possible les différences de température d'un point à un autre dans chaque wagon, et de pouvoir maintenir entre les températures extérieure et intérieure un écart aussi grand que l'on voudra. Or, la ventilation, c'est-à-dire le remplacement de l'air vicié dans la voiture par de l'air non vicié, lorsqu'elle n'est pas combinée avec le chauffage, en compromet le résultat, si elle ne lui est pas sacrifiée.

Il faut donc, et cela est reconnu par tous les ingénieurs américains, combiner le chauffage et la ventilation.

Ventilation. — La ventilation des voitures laisse beaucoup à désirer sur nos chemins de fer européens, et le malaise, qui résulte pour beaucoup de personnes délicates d'un voyage de quelque durée, doit certainement en grande partie être attribué à l'imperfection du système de ventilation.

En été, la ventilation se fait généralement, même sans recourir à des dispositions spéciales, bien plus complètement que pendant la saison froide. On ouvre les fenêtres, et l'on se résigne à subir, pour jouir du renouvellement de l'air, l'ennui de recevoir la poussière que soulève le train. En hiver, le voyageur s'expose, en ouvrant les fenêtres, à des courants d'air froid, qui nuisent à son bien-être, et qui compromettent parfois sa santé. Dans ce cas, le voyageur aime mieux généralement subir l'empoisonnement lent résultant de la respiration de l'air vicié, que de s'exposer au froid par l'ouverture des fenêtres.

On s'est beaucoup plus préoccupé en Amérique qu'en Europe de remédier à cette situation.

Aussi la question de la ventilation des voitures de voyageurs est-elle depuis longtemps à l'ordre du jour de toutes les réunions d'ingénieurs et de constructeurs de wagons aux États-Unis. Malgré le volume d'air beaucoup plus grand accordé à chaque voyageur dans les voitures américaines que dans les nôtres, on est pénétré en Amérique de la nécessité d'en perfectionner encore par divers moyens la ventilation.

D'après le programme adopté par la société des constructeurs de wagons (*masters carbuilder's association*), une bonne ventilation des wagons exige que le volume d'air introduit dans une voiture de soixante voyageurs contenant environ 70 mètres cubes d'air s'élève par minute à environ 28 mètres cubes. Cet air doit être pur,

ne jamais contenir de poussière en suspension, et être préalablement chauffé en hiver.

La société des constructeurs de wagons s'est basée pour l'adoption de ce programme sur l'avis des personnes les plus compétentes en matière d'hygiène, notamment sur l'avis du conseil d'hygiène de l'État de Massachusetts (*Massachusetts Board of health.*)

Pour introduire de l'air frais dans un wagon, comme dans tout autre espace, on peut agir, soit par insufflation de cet air, soit par aspiration de l'air vicié, en ouvrant un accès à l'air frais qui vient ainsi se substituer à l'air vicié. C'est ce dernier moyen qui a reçu la préférence en Amérique, où un ingénieur est allé jusqu'à poser en axiome, que l'air doit être traité comme une corde que l'on tire, mais que l'on ne pousse pas.

Pour faire échapper l'air, qui, en même temps qu'il se charge d'éléments impropres à la respiration, subit en général une augmentation de température, on se sert dans les voitures américaines de la lanterne centrale munie de persiennes ou de clapets que l'on peut ouvrir. L'air chaud peut ainsi sortir de la voiture; mais ce n'est pas assez : il faut encore lui donner une certaine impulsion, et surtout pourvoir à son remplacement.

Le renouvellement de l'air qui ne serait provoqué que par l'ouverture de quelques orifices de sortie dans les parois latérales de la lanterne supérieure de la voiture ne peut réaliser qu'une ventilation très imparfaite. Le courant qui s'établit par le mouvement du train le long des faces latérales du wagon fait en effet obstacle à la sortie de l'air de l'intérieur des voitures. Les faces de la lanterne tournées vers l'avant et vers l'arrière du train se prêtent mieux à la ventilation. On doit toutefois éviter d'introduire l'air par la face d'avant, parce qu'il serait en général mélangé de fumée et souvent chargé d'étincelles ou de cendres provenant de la locomotive, et parce qu'en hiver l'air froid pourrait incommoder les voyageurs. Au contraire, en ouvrant la lanterne supérieure vers l'arrière du train, le courant extérieur peut y agir par aspiration et faciliter ainsi l'expulsion de l'air vicié. Cet effet d'aspiration a été utilisé pour obtenir le renouvellement de l'air au moyen d'ouvertures latérales pratiquées, tant dans la lanterne supérieure, que dans le corps de la voiture.

Sur certains chemins de fer, les châssis qui ferment les orifices latéraux de la lanterne centrale sont mobiles autour d'axes verti-

caux placés en leurs milieux. Ces châssis, en prenant une position oblique (fig. 15, pl. II), font dévier le courant d'air qui longe la voiture en marche, et il se produit à travers les ouvertures démasquées une aspiration.

L'automobilité de ce système de châssis laisse toutefois à désirer.

Pour s'affranchir des sujétions qui en résultent pour le personnel, on a souvent surmonté la lanterne centrale de tuyaux d'échappement munis de girouettes faisant mouvoir le coude rotatif par lequel ils se terminent.

Un autre moyen pour assurer l'aspiration de l'air de l'intérieur de la voiture est celui qui consiste à adapter contre les orifices latéraux de la lanterne des appareils à double déflecteur, qui agissent sans qu'il y ait lieu de changer leur direction pour les deux sens de marche (pl. II, fig. 14). Cet appareil dû à M. G. Craemer, de New-York, opère le renouvellement de l'air dans une voiture en marche, dès que l'on ouvre la persienne ou le châssis qui ferment la baie.

Le procédé consistant à produire l'aspiration de l'air intérieur au moyen de plans qui dévient le courant d'air longeant le train (*deflectors*), a été notablement perfectionné par M. Winchell, qui a pris des brevets pour la ventilation des wagons.

Ventilateur Winchell. — M. Winchell adapte des palettes mobiles extérieures contre les fenêtres. Ces palettes ont une hauteur égale à l'ouverture démasquée par le relèvement de la glace, et une largeur d'environ un tiers de la largeur de la glace. Mobiles autour d'un axe vertical, toutes les palettes se trouvent reliées de chaque côté de la voiture à une tringle qui les commande toutes en même temps (pl. II, fig. 18, 19). Au droit de chaque baie, si l'une des palettes est effacée, c'est-à-dire ramenée devant l'ouverture, l'autre se trouve tournée à 45° vers le dehors. Il suffit d'agir sur la tringle de commande, pour que les palettes en saillie soient ramenées dans le plan du wagon, et que les palettes effacées dans le plan du wagon prennent une position inclinée vers le dehors. Ce sont toujours les panneaux tournés du côté de l'avant du train qui font saillie, et qui produisent la déviation du courant, et par là l'aspiration de l'air intérieur de la voiture.

Quoique ces palettes puissent être faites en verre, elles n'en sont pas moins une gêne pour la vue; si on les faisait en bois ou en

tôle pour qu'elles fussent moins fragiles, elles l'obstrueraient plus ou moins complètement.

Ce n'est du reste pas la seule addition faite aux voitures par M. Winchell en vue d'améliorer la ventilation. Il établit aussi, en revêtant la lanterne centrale d'une double couverture, un réservoir d'air d'environ 10 centimètres de hauteur et de la largeur du toit de la lanterne. Ce réservoir se termine vers l'avant et l'arrière par des évasements portant sa hauteur à $0^{m},45$ environ. Il peut être ouvert, soit à l'avant, soit à l'arrière, et communique par plusieurs orifices avec l'intérieur de la voiture.

En hiver, lorsque les fenêtres sont fermées et que l'aspiration ne peut par conséquent se faire au moyen des déflecteurs, on ouvre l'orifice d'arrière du réservoir d'air, ce qui, ainsi que nous l'avons vu plus haut, produit une aspiration de l'air vicié par des orifices ouverts dans le ciel de la lanterne. L'admission de l'air frais est obtenue par des ouvertures qui le forcent à passer sur les tuyaux ou autres appareils de chauffage.

En été, au contraire, on se sert de cette même chambre à air placée au-dessus de la lanterne centrale pour introduire l'air extérieur. L'air s'engouffre dans l'orifice placé à l'avant du wagon pour pénétrer ensuite dans l'intérieur de la voiture. Des toiles métalliques recouvrent les ouvertures des entonnoirs par lesquels se termine la chambre d'air, et arrêtent la poussière et les cendres. Grâce au mode de distribution des ouvertures d'admission dans le haut de la lanterne, le courant d'air introduit ne dérange pas les voyageurs.

Il va de soi qu'en hiver ce système de ventilation est combiné avec un système de chauffage permettant d'élever à la température voulue l'air renfermé dans la voiture.

L'addition de la chambre à air au-dessus de la lanterne peut être faite à chaque voiture au prix d'environ 125 francs. Quant aux déflecteurs attachés contre les fenêtres, leur application est moins répandue; cette addition coûte de 300 à 400 francs par voiture.

Les prises d'air à l'extérieur ne doivent se faire ni trop bas, car la poussière soulevée de la voie pourrait y être entraînée[1], ni trop haut, à cause de la fumée qui pourrait alors y pénétrer.

---

1. Sur le chemin de fer de Philadelphie à Cape May, qui traverse des dunes formées de sable très fin, et sur lequel les nombreux voyageurs durant la saison de bains de mer

Chauffage. — Le chauffage de chaque voiture se faisait tout d'abord au moyen d'un seul poêle en fonte placé dans un des angles de la voiture. Des accidents très graves, causés par ce système de chauffage, tendent à le faire remplacer aujourd'hui par d'autres systèmes de chauffage plus rationnels et moins dangereux.

Ce n'est en effet qu'à ces poêles en fonte que l'on peut attribuer les incendies dont les wagons ont été la proie lors de collisions ou de déraillements. Le poêle unique présentait d'ailleurs l'inconvénient de chauffer très inégalement les diverses parties de la voiture.

On est parvenu à obvier jusqu'à un certain point à cet inconvénient, au moyen de deux poêles placés dans deux angles opposés de la voiture; mais les dangers d'incendie en cas de déraillement ou de collision ne font ainsi que s'accroître.

A l'heure qu'il est, il y a encore beaucoup de compagnies de chemins de fer en Amérique qui chauffent leurs voitures par la chaleur rayonnante émanant de poêles, où la fonte est remplacée par de la tôle, et qui sont moins exposés à répandre leur contenu incandescent en cas de choc. On les entoure en outre d'une chemise en tôle, et l'air frais destiné à remplacer l'air expulsé par l'un des moyens de ventilation précédemment décrits, passant par l'intervalle laissé entre le poêle et son enveloppe, arrive chauffé dans la voiture.

Certains constructeurs, comme M. James Spears à Philadelphie, nomment leurs poêles avec quelque raison des appareils de chauffage et de ventilation. Ces poêles sont construits en fonte et entourés de tôle. L'un de ces systèmes de poêles, représenté fig. 10, pl. II, ne contribue à la ventilation qu'en utilisant pour la combustion l'air vicié de la voiture. Un autre système agit d'une manière plus efficace, en ce qu'il est muni de tuyaux pour aspirer l'air frais, qui est introduit entre le poêle et son enveloppe en tôle avant d'être envoyé dans la voiture (pl. II, fig. 8, 9). L'air vicié passe de la voiture dans le poêle, où il sert à la combustion.

L'aspiration de l'air vicié et l'admission de l'air frais élevé à une certaine température sont toutefois, ainsi que le chauffage par

---

souffraient beaucoup de la poussière soulevée, on a muni les voitures de rideaux en grosse toile qui les entourent complétement, et qui descendent du bord inférieur de la caisse jusqu'au niveau de la voie.

rayonnement, trop concentrés en un seul point, pour présenter une solution satisfaisante du problème.

Chauffage système Baker. — Parmi les systèmes perfectionnés de chauffage, qui tendent de plus en plus à se substituer à ceux que nous venons de décrire, celui de M. Baker mérite d'être cité en première ligne (pl. II, fig. 5 et 6). C'est, à proprement parler, un appareil de chauffage à eau chaude. Du poêle, qui est en fer et placé dans un des angles de la voiture, part une conduite remplie d'eau, qui longe les arêtes inférieures de la caisse de la voiture en formant sous chaque siège un embranchement en forme d'U. Cette conduite, après avoir fait ainsi le tour de la voiture et passé sous tous les sièges, revient au poêle, où l'eau, qui a perdu une grande partie de sa chaleur, est réchauffée. Le chauffage de l'eau se fait dans la partie supérieure du poêle, de forme conique, qui contient une longueur d'environ 4 à 5 mètres de tuyaux en spirale. Dans chaque voiture à voyageurs, la longueur des conduites dépasse 70 mètres. Les tuyaux sont en fer; ils ont 30 millimètres de diamètre et peuvent supporter une pression de 15 atmosphères. On a toujours soin de bien remplir les tuyaux, et de faire évacuer l'air qu'ils peuvent contenir au début du chauffage. Pour prévenir la congélation lorsque les voitures ne sont pas en service, on ajoute du sel à l'eau. Le remplissage de la conduite se fait au moyen d'un réservoir fermé situé sur le toit du wagon. Quand on remplit ce réservoir, on interrompt sa communication avec la conduite, et de même, avant d'établir cette communication, on ferme le robinet par lequel l'eau a été introduite dans le réservoir.

Une fois que le chauffage est mis en train, la même eau peut servir toujours; on n'en ajoute que pour faire face aux fuites.

Pour que les personnes assises dans le voisinage du poêle ne soient pas incommodées par la chaleur, on l'entoure d'une enveloppe double et même parfois triple.

Les avantages de ce système de chauffage sur le système par simple rayonnement sont évidents ; on fait valoir en outre en sa faveur, qu'en cas d'accident, les tubes en spirale placés dans le corps du poêle, en crevant, éteignent le feu et préviennent ainsi l'incendie. Les frais d'établissement du chauffage Baker sont par voiture de 1500 à 2000 francs, suivant le plus ou moins grand développement donné aux conduites, et suivant les dimensions de la

voiture. En raison de ce prix élevé, le chauffage suivant le système Baker n'est guère appliqué jusqu'ici que dans les voitures de luxe, comme les wagons-lits et les wagons-salons.

Avec le chauffage Baker, ainsi qu'avec les poêles ordinaires, l'introduction du combustible se faisant à l'intérieur de la voiture est une cause de dérangement et de malpropreté. La compagnie du chemin de fer de Philadelphia-Reading évite ces inconvénients en plaçant le poêle au-dessous de la caisse de ses voitures. Dans cette position, le chargement du poêle se faisant du dehors n'est plus possible que lors des arrêts. Des conduites partent de ces poêles extérieurs pour distribuer la chaleur à l'intérieur des voitures. Cette disposition fait gagner l'espace qu'occuperait le poêle dans la voiture: elle assure mieux encore que le chauffage du système Baker la distribution uniforme de la chaleur dans toute l'étendue du wagon; mais l'impossibilité d'alimenter le poêle pendant la marche est un inconvénient sérieux, même pour des trains qui s'arrêtent souvent, et elle constitue un obstacle absolu à l'introduction de ce système de chauffage dans les voitures des trains express, qui ne s'arrêtent qu'à de grands intervalles. Aussi ce système de chauffage ne s'est-il pas répandu.

En 1879, le chemin de fer pennsylvanien a inauguré un système de chauffage, qui depuis longtemps est appliqué sur les chemins de fer allemands. Il établit dans un compartiment à bagages une machine à vapeur avec sa chaudière. De cette chaudière partent deux tuyaux en fer d'environ 38^{mm} de diamètre pouvant supporter une pression de 14 atmosphères. Ces deux tuyaux se dirigent, l'un vers l'avant, l'autre vers l'arrière du wagon; débouchant tous deux au niveau du robinet d'essai inférieur de la chaudière, ils peuvent servir alternativement, suivant la position occupée par ce wagon à la tête du train, à faire arriver l'eau chauffée vers les voitures à voyageurs composant le train. Pour produire la circulation de l'eau, on se sert d'une pompe qui refoule l'eau chaude dans un tuyau se prolongeant jusqu'à la dernière voiture, d'où elle revient par une autre conduite qui débouche dans la chaudière. Les tuyaux sont placés au bas et contre les parois latérales des voitures, et forment, ainsi que dans le chauffage Baker, des boucles en forme d'U sous chaque banquette. L'assemblage de la tuyauterie de chaque wagon avec celle du wagon voisin est faite au moyen de tuyaux à articulation se prêtant aux variations de position réciproque des

véhicules voisins, sans pour cela permettre des fuites. Au droit de ces assemblages, chaque tuyau est muni d'une soupape qui se ferme dès que l'assemblage est interrompu. De cette façon, l'eau reste dans les tuyaux, à moins qu'on ne veuille la faire écouler, lors même que pour la modification de la composition du train les voitures sont séparées. Nous avons déjà eu occasion d'observer (t. I, p. 446) que la décomposition des trains est bien moins fréquente sur les chemins de fer en Amérique que sur les nôtres.

Les tubes sont recouverts à l'intérieur de la voiture par des grilles et des tôles formant écrans. L'air qui passe sur les tubes pour arriver à l'intérieur des voitures est pris au moyen de caisses adaptées contre le plancher, de façon à ce qu'il arrive toujours pur, quelle que soit la direction de la marche.

L'intensité du chauffage peut être réglée, tant par la marche de la pompe, que par l'ouverture plus ou moins grande des prises d'air pratiquées sous chaque wagon.

Les avantages que présente, au point de vue de la sécurité et de l'économie, ce système, qui permet de n'avoir qu'un seul foyer pour tout le train, et les inconvénients qu'il offre à cause de l'impossibilité de se servir du matériel approprié à ce système de chauffage, dès que l'on passe sur des réseaux voisins où il n'est pas encore introduit, ont été suffisamment mis en évidence par les discussions dont il a fait l'objet, pour que nous n'ayons pas à nous y arrêter.

Nous nous bornerons à constater, que, si ce système de chauffage a pu l'emporter dans quelques pays sur le chauffage au moyen de chaufferettes ou de boules à eau chaude, il doit rencontrer plus de difficulté à se généraliser, lorsqu'il se trouve en présence des moyens de chauffage bien plus satisfaisants qu'emploient déjà beaucoup de chemins de fer américains.

L'avantage de faire gagner de six à huit places par voiture est un de ceux qui lui ouvrent toutefois un certain avenir; les difficultés que présente l'assemblage des tuyaux de conduite de l'eau chaude des voitures entre elles perdent d'ailleurs beaucoup de leur gravité par suite de la grande longueur des voitures américaines, qui permet de réduire le nombre des assemblages dans chaque train.

La suppression des foyers dans les voitures, et, par suite, de

tous les dangers résultant de la projection du combustible incandescent dans les voitures en cas d'accident, est le principal argument mis en avant par les ingénieurs qui recommandent le système de chauffage que nous venons de décrire.

Water-closets et fontaines. — Il importe, pour éviter que les voyageurs aient, soit à quitter les voitures dans les stations, soit à passer d'un wagon à un autre pendant la marche, qu'ils trouvent dans chaque voiture toutes les installations dont ils peuvent avoir besoin. Le cabinet d'aisance installé dans chaque voiture se trouve dans un angle près de la porte. La cloison fermant ce cabinet, qui a généralement $0^m,94$ sur $1^m,17$ (pl. I, fig. 3), va rejoindre le toit du wagon. Un réservoir d'eau surmonte le cabinet, et l'eau y est introduite, comme dans le tender, du dehors, au moyen de grues hydrauliques. On peut dire d'une manière générale que la plus grande propreté règne dans ce cabinet, qui renferme le siège, un godet urinoir, et souvent un robinet au-dessus d'un lavabo, à côté duquel est suspendu un essuie-main. La porte d'entrée du cabinet donne sur le couloir ; elle s'ouvre vers l'intérieur du cabinet.

A côté de cette porte, dans le pan de cloison contre lequel elle vient battre, est logée la fontaine d'eau fraîche, ordinairement glacée, qui ne manque dans aucune voiture américaine. Le réservoir d'eau est placé au-dessus d'une petite niche dans laquelle se trouve un robinet sur lequel il faut appuyer le doigt pour faire écouler l'eau. Dans une coquille couverte par une grille est un gobelet à la disposition du public. Le fond de la coquille aboutit à un tuyau de vidange.

Comparaison des dimensions des caisses des voitures pour voyageurs de quelques chemins de fer. — Après avoir décrit les caisses des voitures à voyageurs et leurs dispositions intérieures, il n'est pas hors de propos de comparer les principales dimensions de quelques-unes de ces voitures sur divers chemins de fer. — C'est ce qui a été fait dans le tableau ci-après :

PRINCIPALES DIMENSIONS DES VOITURES A VOYAGEURS sur les chemins de fer de :	LOUISVILLE-NASHVILLE.	PHILADELPHIA-READING.	PENNSYLVANIE.
	m.	m.	m.
Hauteur du point le plus élevé (extérieur) au-dessus du niveau des rails........	4,27	4,21	4,23
» du plancher au-dessus des rails.....	1,25	1,26	1,29
» intérieure au milieu...............	2,93	2,88	2,85
» intérieure près des fenêtres........	2,02	2,10	2,07
» » » des portes.......	1,97	2,15	1,98
» du bord inférieur des fenêtres au-dessus du plancher................	0,74	0,82	0,71
» du bord supérieur des fenêtres au-dessus du plancher..............	1,73	1,66	1,52
» de la lanterne centrale.............	0,45	0,40	0,42
Largeur extérieure de la caisse............	3,08	2,83	2,81
» intérieure »	2,77	2,53	2,61
» totale du toit.....................	3,20	2,94	2,89
» intérieure de la lanterne...........	1,52	1,47	1,37
» du toit de la lanterne.............	2,05	1,73	1,73
» intérieure des portes	0,66	0,60	0,63
» de la plate-forme extérieure........	1,63	1,23	1,56
» du poitrail	2,59	2,59	2,57
Longueur extérieure de la caisse...........	15,10	15,30	14,22
» intérieure de la caisse............	14,88	15,00	13,97
» de centre à centre de truck.........	10,68	11,76	10,12
» de poitrail en poitrail.............	16,99	17,31	15,32
Fenêtres. Il y en a de chaque côté..........	17	17	15
» Largeur libre.....................	0,57	0,54	0,58
» Hauteur..........................	0,99	0,84	0,81
Longerons. Les 2 extérieurs..... largeur...	0,14	0,13	0,127
hauteur...	0,203	0,20	0,203
» Les 4 intermédiaires. largeur...	0,10	0,10	0,114
hauteur...	0,203	0,20	0,191
Traverses. Les 2 extrêmes...... largeur...	0,15	0,10	0,125
hauteur...	0,203	0,10	0,203
» Les 28 entretoises.... largeur...	0,019	—	—
hauteur...	0,195	—	—
Sièges pour les voyageurs..................	62	62	54
Water-closet. Dimensions 0,94 × 0,94 à 0,94 × 1,17.			
Lanterne. De 15 à 17 ouvertures de chaque côté pour la ventilation.			

Attelages.

Attelages et tampons (*Draw-gear, buffers.*) — On est généralement d'accord pour placer en Europe, comme en Amérique, les chaînes

d'attelage dans l'axe des voitures; il serait logique d'en faire autant pour les tampons. Ce ne sont pas seulement les ingénieurs américains qui en sont convaincus, mais ils sont les seuls, qui, grâce à la bonne voie où ils sont entrés tout d'abord dans la construction de leur matériel de chemins de fer, peuvent mettre d'accord la pratique avec la théorie. Cette position centrale des attelages et des tampons est du reste bien plus commandée pour les wagons américains, mesurant de 15 à 16 mètres entre les tampons, que pour les wagons européens, en raison des courbes très raides que le matériel américain avec ses trucks articulés a permis d'admettre sur certaines lignes.

Il résulte toutefois de la coïncidence de position de l'attelage et du tampon quelque difficulté pour la construction, surtout lorsqu'on veut y introduire tous les perfectionnements[1] désirables.

Le dispositif le plus simple, et en même temps le plus imparfait, est celui que l'on rencontre encore pour les wagons de marchandises et qui est représenté pl. IX, fig. 1, 2, 5.

Un autre dispositif, adopté par le chemin de fer de Louisville-Nashville et quelques autres compagnies, simplifie le problème en superposant le tampon à l'attelage. Le tampon central se trouve placé au niveau du châssis, tandis que l'axe de l'attelage est à $0^m,26$ au-dessous de l'axe du tampon (pl. VI, fig. 1 et 3). L'appareil d'attelage consiste en un chaînon, pénétrant dans des entailles ménagées dans des pièces formant têtes d'attelage, où il est fixé par des goujons.

Inutile de dire que ces goujons qui, le plus souvent, ne sont pas même attachés par des chaînes de sûreté, s'égarent facilement, et qu'ils doivent être fréquemment remplacés.

La tige d'attelage est reliée à la charpente du wagon, comme celle du tampon, par l'intermédiaire de ressorts, soit en acier, soit en caoutchouc. Chaque appareil d'attelage a $2^m,20$ de long; il est assemblé avec les deux longerons entre lesquels il est logé, et grâce aux traverses qui réunissent tous les longerons entre eux, toutes les pièces longitudinales, et en particulier les tirants en fer qui relient les traverses extérieures, contribuent à transmettre la traction d'un attelage à l'autre. Les wagons dans lesquels les deux

1. Il a été délivré en Amérique plus de 1700 brevets, rien que pour les attelages des wagons à marchandises.

appareils d'attelage d'une même voiture sont reliés directement par une barre de tension sont rares.

Un système d'attelage qu'emploie encore fréquemment le chemin de fer de Pennsylvanie pour ses voitures à voyageurs, et que nous donnons (pl. I, fig. 9, 10, 11 et 12), réalise déjà un certain progrès sur ceux que nous venons de décrire.

Le tampon et l'attelage sont combinés en une seule pièce dont l'axe se trouve à $0^m,28$ au-dessous de la plate-forme, soit à $0^m,042$ en contre-bas de la face inférieure du longeron contre lequel cette pièce est fixée.

Le tampon ne présente que peu de hauteur; il n'a que $0^m,203$ de haut et présente en plan la forme d'un segment de $0^m,356$ de long; il est, ainsi que toutes les autres pièces de l'attelage, en fer forgé. Percé en son milieu, il permet le passage d'un chaînon en fer rond de 32 millimètres de diamètre, qui se trouve logé entre les deux barres formant la tige de tension, et qui sert en même temps à transmettre les pressions. Chaque appareil d'attelage étant muni d'un de ces chaînons, il y en a toujours un en réserve. Pour opérer l'accrochage, on fait passer, par un trou ménagé dans les barres d'attelage à 8 centimètres de l'extrémité du tampon, un goujon légèrement conique ayant, en haut 47 millimètres, en bas, 41 millimètres de diamètre. Le chaînon ne pouvant avancer qu'autant que le permet un autre goujon de 44 millimètres de diamètre invariablement fixé entre les deux barres de tension, il en résulte qu'il n'y a que 12 millimètres de jeu, lorsque l'attelage est opéré.

Les tiges de tension, guidées au droit du poitrail, embrassent un tampon en caoutchouc de 15 centimètres de diamètre et 19 centimètres de long, pris entre deux plaques de fer encastrées entre des tasseaux invariablement fixés par des boulons contre le longeron, qui est renforcé par une barre de fer de 75 millimètres de large sur 25 millimètres d'épaisseur, et $1^m,07$ de long.

On voit qu'avec le faible jeu que permet ce dispositif, les chaînons et toutes les parties de l'attelage doivent souvent résister à des efforts verticaux assez considérables. Les chocs à supporter par le maillon d'assemblage justifient le diamètre du fer rond dont il est formé.

La forme courbe du tampon, tracée avec un rayon de $0^m,42$, est justifiée d'autre part par les courbes raides par lesquelles passe souvent le matériel.

Grâce à la position centrale des tampons, l'accrochage des voitures présente moins de dangers pour le personnel qu'avec des tampons écartés comprenant entre eux l'attelage, mais il exige encore l'interposition des hommes d'équipe entre les wagons. Éviter complètement cette interposition, et rendre l'accrochage en quelque sorte automatique, tel est le but poursuivi depuis longtemps en Amérique par les constructeurs de wagons.

Attelages automatiques. — Parmi les systèmes d'assemblages automatiques (*self car couplers*) inventés et essayés, il n'en est toutefois qu'un dont l'usage soit devenu un peu général : c'est celui qui a été inventé par M. *E. Miller*. Ce système d'attelage présente de grands avantages sur tous les autres : 1° les axes des tampons et des barres de tension coïncident presque ; 2° l'accrochage se fait rien qu'en poussant les voitures les unes contre les autres; 3° le décrochage peut se faire de la plate-forme, au moyen d'un levier manœuvré par le conducteur.

La comparaison du système d'attelage Miller avec ceux qui ont prétendu réaliser d'une manière plus ou moins complète l'accrochage automatique fera mieux ressortir sa supériorité sur tous les autres.

Les tampons présentent en général en leur milieu une ouverture par laquelle pénètre le chaînon (*link*) d'assemblage. Les premiers perfectionnements laissaient subsiste :e chaînon et le goujon d'attache ; on se contentait de donner à l'ouverture pratiquée dans les tampons un certain évasemen ', afin d'y amener le chaînon dans le cas où il ne se présenterait pas tout à fait dans sa direction, et de maintenir le goujon d'assemblage soulevé jusqu'au moment de la mise en place du chaînon où il doit s'engager lors de l'attelage.

Attelages Barker et Whiteford. — Les systèmes d'attelage de MM. Barker et Whiteford rentrent dans cette catégorie. Dans l'attelage Barker, un petit ressort tend à maintenir le chaînon, tant qu'il n'est pas engagé dans le tampon d'en face, dans une position horizontale, afin de faciliter son entrée dans le creux du tampon où il doit être fixé. Le goujon est guidé verticalement par une branche qui forme avec lui un U renversé, et qui porte deux encoches dans lesquelles se logent des taquets à ressorts. L'une de ces encoches sert à maintenir le goujon soulevé, l'autre, à empêcher qu'il ne soit déplacé en marche par les secousses, une fois

l'attelage opéré. Les faces antérieures des tampons avancent assez pour qu'en cas de choc les chaînons ne soient pas comprimés. L'inconvénient de ces encoches, qui ne permettent le décrochage qu'à la condition d'exercer une pression sur le ressort intérieur, rend cette opération peu commode.

L'attelage du système Whiteford, qui a été introduit sur le chemin de fer du Kansas Pacific et sur d'autres lignes de l'Ouest, a beaucoup d'analogie avec l'attelage Barker ; ainsi que le montre la figure 23, pl. II, il en diffère en ce que le goujon se trouve guidé, non par une branche parallèle formant fourche, mais par un œil ménagé dans le tampon par lequel passe le goujon. Un ressort vient le soutenir, et pour éviter que le goujon d'assemblage ne rebondisse en marche, on y introduit après l'attelage une goupille.

Ces deux systèmes ne dispensent pas les hommes d'équipe de s'engager entre les voitures pour le décrochage.

Attelage Mac Nabb. — C'est ce qu'on évite avec l'attelage *Mac Nabb* représenté pl. II, fig. 24, 25 et 26. Dans cet attelage, le chaînon et le goujon ont disparu ; les tampons en fer forgé laissent passer en leur milieu des crochets dont les tiges forment ressorts, et permettent un faible jeu horizontal. Les crochets sont tournés en sens opposés, et il suffit de rapprocher avec violence les deux voitures pour que ces crochets soient mis en prise et opèrent l'attelage. Les têtes des crochets étant allongées en pointes, il existe entre l'extrémité de chaque crochet et la tige du crochet opposé un espace libre dans lequel pénètre un levier. Il suffit d'agir sur ce levier pour dégager les crochets. Pour que cette opération puisse se faire indistinctement d'un côté ou de l'autre de la voie, il y a deux leviers par attelage. Des chaînes relient ces leviers à d'autres leviers de manœuvre horizontaux, dépassant les faces latérales des voitures, pour que l'homme chargé du décrochage n'ait pas à pénétrer entre les wagons.

Pour faciliter l'adoption de cet attelage, M. Mac Nabb a dû se préoccuper du moyen d'atteler les wagons pourvus de son système d'attelage avec ceux qui conservent encore le système en quelque sorte classique de l'attelage par chaînons et goujons. A cet effet, les crochets du système Mac Nabb sont fendus à leurs têtes, et percés d'un trou vertical permettant d'y loger le goujon. Le chaînon peut aussi être introduit dans l'entaille du crochet et y être maintenu

par le goujon passant par les trous percés dans les deux pièces du crochet. Disons enfin que les tiges qui supportent chaque tampon embrassent les tiges des crochets qui s'y rattachent, et qu'un ressort à boudin termine à l'arrière cet appareil d'attelage, qui sous certains rapports paraît même présenter des avantages sur l'attelage Miller, qui a avec le précédent de grandes analogies.

Attelage Miller. — M. Miller, dont le brevet d'invention pour son système d'attelage et de tampons date du 31 mars 1863, place les tampons au-dessus des crochets d'attelage (pl. II, fig. 20, 21 et 22); ces crochets d'attelage sont semblables à ceux dont se sert M. Mac Nabb, mais le mouvement des crochets est limité par des arrêts à ressort, qui sont en outre destinés à éviter le décrochage spontané pendant la marche et par suite de chocs. Il faut en effet, pour opérer le décrochage, que l'on agisse sur le levier qui se manœuvre de la plate-forme. Pour pouvoir atteler deux voitures, il est nécessaire qu'elles soient poussées l'une contre l'autre avec assez de force pour faire céder les tampons, car ce n'est qu'alors que les crochets s'engagent. De cette façon, l'effort de traction transmis par les crochets reliant deux wagons en marche peut devenir considérable, sans que néanmoins l'écartement entre les poitrails des deux wagons puisse dépasser jamais 10 centimètres, ce qui présente une grande sécurité pour la circulation d'une voiture à une autre. Chaque tampon est adapté avec son ressort contre la traverse de la plate-forme, tandis que la barre de traction, munie d'un ressort à part, se trouve reliée par des tirants à la première traverse du châssis de la voiture.

L'attelage Miller peut ainsi que l'attelage Mac-Nabb s'appliquer à des wagons munis de l'ancien système d'attelage ; à cet effet, la tête du crochet est fendue et munie d'un trou pour le passage du goujon qui vient arrêter le chaînon introduit dans la fente du crochet. En pareil cas, le crochet de la plate-forme Miller reçoit les chocs par le tampon à travers lequel passe le chaînon.

Les tiges des crochets Miller sont toujours assez fortes pour pouvoir supporter les poussées qu'elles reçoivent en pareil cas.

Attelage Janney. — Un autre système d'attelage qui a trouvé quelques adhérents parmi les ingénieurs américains, le système imaginé par M. Janney, se distingue de tous ceux que nous avons

décrits jusqu'ici, en ce qu'il est à deux tampons. Les deux tampons, placés à 0m,67 d'axe en axe, viennent s'appuyer, par l'intermédiaire de ressorts à boudin, contre un balancier horizontal pouvant tourner autour d'un axe vertical. M. Janney donne à l'appareil de traction placé dans l'axe du wagon, mais au-dessous des tampons, une disposition telle, que l'accrochage ne peut se faire qu'à la condition d'exercer une assez forte pression sur les tampons. Les crochets s'engageant l'un dans l'autre après s'être écartés latéralement sont remplacés dans l'attelage Janney par deux loquets mobiles maintenus par des ressorts logés dans l'intérieur des tiges rigides. Le décrochage se fait au moyen de leviers placés, ainsi que ceux du système Miller, sur la plate-forme. Nous ne croyons pas devoir entrer dans plus de détails sur ce système d'attelage, qui du reste est loin de s'être généralisé autant que le système Miller.

L'attelage adopté pour les voitures des chemins de fer aériens de New-York, exécutés avec des courbes dont le rayon s'abaisse jusqu'à 27 mètres, présente une disposition particulière (pl. II, fig. 3 et 4). Les voitures de ce chemin de fer ont une longueur de 13m,20 de poitrail en poitrail. Pour diminuer la longueur des côtés du polygone que forment les axes des voitures d'un train engagé dans une courbe, l'attelage de ces voitures se fait, non entre les plates-formes, mais au moyen d'articulations adaptées aux châssis des voitures et de barres rigides reliant ces articulations. C'est au point même où la cheville ouvrière s'engage dans le truck que la barre d'attelage est fixée; elle peut tourner autour de cette cheville. De l'axe d'un des trucks au truck le plus voisin de la voiture suivante, les voitures sont ainsi reliées par une barre rigide. Les longueurs des côtés du polygone formé par les axes des wagons et les axes des attelages sont ainsi de 9m,20 et 4m,07.

Les barres de l'attelage sont rendues élastiques par l'interposition de ressorts; elles sont en outre guidées par des segments formant gaines. Les poitrails des plates-formes sont arrondis pour ne pas entraver le changement des positions réciproques des voitures.

Ce système d'attelage, qui supprime les tampons en effectuant la transmission des efforts de poussée de poitrail à poitrail, convient essentiellement au chemin de fer sur lequel il a trouvé son application; il a l'avantage de diminuer, non seulement les efforts trans-

versaux subis par la voie, mais encore les pertes de force de traction, d'autant plus considérables que les courbes sont plus raides et les côtés du polygone formé par les lignes rigides, plus longs.

On peut reprocher seulement à ce système d'attelage de faire coïncider les points les plus éprouvés par les secousses des attelages avec les axes de rotation des trucks; il est pour ce motif surtout approprié à un matériel léger, comme celui du chemin de fer aérien où il est employé.

Trucks.

Les trucks sur lesquels reposent les voitures et wagons américains constituent un des éléments les plus caractéristiques du matériel roulant américain. Ainsi que nous l'avons fait remarquer au commencement de ce chapitre, les ingénieurs américains, en rendant le châssis dans lequel sont pris les essieux indépendant du châssis du wagon, et en faisant supporter chaque caisse par deux trucks, se sont proposé à la fois: 1° de donner plus de flexibilité au matériel, souvent obligé de franchir des courbes très raides; 2° d'amortir les chocs résultant de l'état imparfait de la voie, avant qu'ils soient transmis à la caisse du wagon.

Suivant l'observation de M. Couche, dans son *Traité du matériel roulant des chemins de fer*, les longs wagons américains, quelque étonnant que cela puisse paraître de prime abord, se prêtent beaucoup mieux au passage par les courbes roides, que nos wagons à deux essieux. De fait, les deux essieux, fixés invariablement dans le châssis du truck, ne sont espacés que de $1^m,83$ au plus, et souvent d'un mètre seulement, tandis que dans nos wagons, l'écartement des essieux varie de $3^m,83$ à $3^m,50$, c'est-à-dire qu'il est de 1,8 à 1,9 fois plus grand. On a soin de donner à chacun des trucks supportant chaque wagon une mobilité suffisante, pour qu'il puisse indépendamment de l'autre prendre, sur les courbes les plus raides, la position radiale qui lui correspond en raison de l'écartement des axes. A cet effet, le châssis de la caisse est assemblé avec chacun des trucks au moyen d'une cheville ouvrière pivotant dans une crapaudine portée par la traverse-maîtresse des trucks. Pour empêcher que la caisse du wagon ne soit soulevée du truck par des secousses ou des chocs extraordinaires, comme ceux qui se produisent en cas de collision ou de déraillement, on a généralement soin de rattacher les trucks à la caisse au moyen de chaînes de sûreté.

Le truck se trouve compris dans un cadre formé de deux longerons réunis à leurs extrémités par deux traverses; vers le milieu de leur longueur, se trouvent deux entretoises de même section que les traverses, assemblées par tenons et mortaises avec les longerons, qui s'engagent d'autre part dans les traverses extrêmes, dont les têtes dépassent leurs faces extérieures. Des tirants en fer consolident tous ces assemblages : chaque longeron est muni, sur sa face intérieure et à mi-hauteur, d'un tirant qui relie les traverses extrêmes, en même temps que chacune des entretoises intermédiaires est renforcée extérieurement et à peu près à mi-hauteur par un tirant passant par les longerons. Pour donner plus de rigidité au châssis, divisé par les deux entretoises en deux rectangles extrêmes, et un rectangle intermédiaire plus étroit, il y a dans chacun des deux rectangles extérieurs deux longerons intermédiaires, fixés à tenon et mortaise et par des étriers de consolidation contre les traverses extrêmes et contre l'entretoise intermédiaire.

Les longerons principaux (pl. III, fig. 1 à 7) portent entre la traverse et l'entretoise les guides ou plaques de garde des boîtes à graisse, dans lesquelles reposent les fusées des essieux. Les roues se trouvent ainsi placées entre les longerons extrêmes et les longerons intermédiaires d'une part, et entre les traverses extrêmes et les entretoises d'autre part.

Des balanciers en fer forgé s'appuient sur les boîtes à graisse. Ces balanciers, réunissant les deux boîtes à graisse qui se trouvent sous chaque longeron, sont recourbés vers le bas, de manière à passer sous les longerons à une distance suffisante pour permettre de loger des tampons élastiques entre le longeron et le balancier. Ces tampons élastiques, qui servent à transmettre la charge supportée par le truck aux boîtes à graisse et par celles-ci aux roues, sont en caoutchouc, ou formés par des ressorts à boudin. On emploie aussi des tampons, où les ressorts en acier sont combinés avec le caoutchouc. Il y a deux de ces tampons ou ressorts entre chaque balancier et le longeron qui lui est superposé. Grâce à ces ressorts et balanciers, les dénivellations rencontrées sur la même file de rails, et les chocs qui en résultent, se trouvent considérablement atténués avant d'être transmis au châssis du truck.

Afin d'atténuer également les chocs résultant des inégalités entre les deux files de rails, on a en outre interposé entre le châssis du truck et la caisse du wagon un autre système de ressorts, sur les-

quels elle repose comme sur un coussin (*bolster*). Entre les entretoises du châssis du truck, est placée une très forte traverse portant en son milieu la crapaudine destinée à recevoir la cheville ouvrière, et, par son intermédiaire, toute la charge que doit supporter le truck. Cette traverse centrale n'est ni directement, ni invariablement, reliée au châssis; elle repose sur deux garnitures de ressorts elliptiques rattachées par des barres de suspension aux entretoises du châssis du truck.

La traverse qui porte la crapaudine, tout en ayant une certaine mobilité par rapport aux pièces du châssis, se trouve toutefois limitée dans ses mouvements : elle est en effet comprise dans le rectangle central formé par les entretoises; des fers méplats reliant les longerons intermédiaires l'embrassent, et, de plus, des ressorts, placés de chaque côté entre ses deux extrémités et les faces intérieures des longerons, lui assignent une position centrale, dont elle ne s'écarte que sous l'influence des efforts résultant, soit des chocs, soit du passage dans les courbes. Ajoutons que tous les assemblages sont généralement renforcés par des cornières, que les balanciers sont réunis à l'aplomb des ressorts qui leur transmettent les charges par des tirants transversaux, et que des tirants semblables relient les parties inférieures des garnitures des ressorts elliptiques.

Tout en nous réservant de traiter plus loin en détail la question des freins, nous ferons remarquer ici qu'en général les sabots des freins sont rattachés à des traverses en bois, assujetties au moyen de ressorts contre les traverses de tête du châssis du truck. Ces ressorts ont le double but : 1° de dégager en les relevant, au moment du desserrage, les freins des roues; 2° de parer par l'interposition de ces attaches flexibles aux inconvénients qui pourraient se présenter, si le frein lui-même, une fois qu'il est appliqué contre les roues, subissait directement avec elles les chocs provenant des irrégularités de la voie.

Il y a des trucks qui, au lieu d'avoir deux essieux, en ont trois. Ces trucks présentent plus de résistance au passage dans les courbes que les trucks à quatre roues; non seulement, en raison du plus grand écartement entre les essieux extrêmes, mais aussi par suite de la position invariable ou à peu près invariable des roues de l'essieu central par rapport à celles des deux essieux extrêmes. L'essieu du milieu ne se déplaçant pas ou presque pas dans le sens de la

longueur, il en résulte sur les rails un déplacement transversal des points de contact des roues. La position du truck à trois essieux, où l'essieu du milieu seul prend la direction du rayon de courbure, se trouve par suite mieux assujettie que celle d'un truck à quatre roues, et la marche de ce truck étant pour ce motif mieux assurée contre les oscillations transversales, son mouvement de lacet se trouve réduit. Ce n'est pas du reste le seul motif qui a fait adopter le truck à six roues. On s'est encore et surtout proposé de ne pas dépasser pour les voitures très lourdes la limite de charge considérée comme admissible par essieu de wagon en multipliant les roues.

Généralement, les trucks à six roues ne sont donc employés que sous les voitures spéciales, comme les wagons-lits, où ils procurent à la fois une meilleure répartition des charges et une plus grande stabilité de marche.

Les trucks à trois essieux (pl. III, fig. 8 à 12), ne diffèrent pas essentiellement de ceux à deux essieux; c'est le même système de transmission des charges et des chocs par l'intermédiaire de ressorts elliptiques et de ressorts à boudin ou en caoutchouc à des balanciers reposant sur les boîtes à graisse.

Entre les systèmes de trucks à quatre et six roues, la seule différence consiste en ce que la traverse unique recevant la crapaudine dans le truck à quatre roues est remplacée par un système de trois traverses, dont une, placée au-dessus de l'essieu central et portée par les deux autres, supporte la caisse du wagon par l'intermédiaire de la cheville ouvrière.

Cette pièce additionnelle, interposée entre les essieux et la caisse, tendrait nécessairement à augmenter l'élévation de la face d'appui du wagon au-dessus des essieux, et par là l'élévation du centre de gravité du wagon au-dessus des rails. Par une construction particulière donnée à l'assemblage des trois traverses dont il vient d'être question, et que montrent les figures 8, 11 et 12, pl. III, on obvie à cet inconvénient qui, au début, constituait un des défauts les plus sérieux des trucks à trois essieux.

Il va sans dire que la position des ressorts à boudin qui transmettent les charges aux balanciers est alors choisie de manière à assurer une répartition égale de la charge entre les trois essieux.

Dans les trucks à trois essieux, les freins ne peuvent être appliqués qu'aux roues des deux essieux extrêmes; l'application du frein à l'essieu central compliquerait trop la construction.

Tout en renvoyant pour les détails d'assemblage et les dimensions des divers éléments des trucks aux dessins donnés pl. III, nous croyons devoir reproduire dans le tableau ci-après les principales dimensions relatives aux trucks à deux essieux employés sur le Pennsylvania R.R. et au truck à trois essieux en usage sur le Louisville et Nashville R.R.

DÉSIGNATION.		TRUCK A DEUX ESSIEUX d'une voiture à voyageurs du Pennsylvania R.R.	TRUCK A TROIS ESSIEUX d'une voiture à voyageurs du Louisville et Nashville R.R.
		m.	m.
Largeur de voie		1,443	1,525
Dimensions extérieures du châssis.	Longueur..	3,050	4,130
	Largeur...	2,015	2,040
Dimensions intérieures du châssis....	Longueur..	2,810	3,938
	Largeur...	1,790	1,836
Distance entre les axes des essieux extrêmes		1,830	3,050
Diamètre des roues		0,839	0,833
Élévation du plan d'appui de la caisse du wagon au-dessus du rail		0,979	0,902
Distance d'axe en axe des ressorts à boudin situés du même côté		0,813	2,034
Longueur des traverses reposant sur les ressorts elliptiques		1,660	1,754

Ainsi que l'indiquent les dessins, les trucks du Louisville et Nashville R.R. comportent un emploi bien plus général du fer que ceux du Pennsylvania R.R, dans lesquels il n'est fait presque aucun emploi du fer pour les cadres.

Depuis quelques années le fer se substitue de plus en plus au bois, et il existe des établissements spéciaux pour la construction des trucks en fer.

Disons toutefois que la substitution du fer au bois est beaucoup plus générale pour les wagons de marchandises que pour les voitures de voyageurs.

Ressorts.

Les ressorts employés dans les voitures à voyageurs américaines sont, ainsi que nous venons de le dire, de trois sortes. Ce

sont, ou bien des ressorts elliptiques composés de feuilles d'acier superposées, ou des ressorts à volute ou à boudin, formés d'une seule ou de plusieurs spirales juxtaposées ou emboîtées l'une dans l'autre, avec ou sans corps de caoutchouc, ou enfin des ressorts en caoutchouc.

Les ressorts à feuilles superposées sont toujours employés par couples de deux (pl. IV, fig. 28), trois (pl. III, fig. 3, 4 et 6) et quatre ressorts complets, réunis entre eux par des tiges d'articulation et par des douilles communes, ou pour le moins assemblées entre elles.

Les ressorts constituent une fabrication spéciale pour certains établissements : c'est ainsi que telle usine ne fait que des ressorts à feuilles superposées, tandis que telle autre ne fabrique que des ressorts à boudin.

L'établissement le plus important pour la fabrication des ressorts à feuilles superposées, celui de M. French à Pittsburg (Pennsylvanie), transforme par an de 1000 à 1200 tonnes d'acier fondu en ressorts. Il soumet chaque ressort avant sa sortie de l'usine à diverses épreuves.

Un ressort pour voiture, composé de six feuilles ayant 75 millimètres d'épaisseur et une longueur d'un mètre, peut supporter une charge de quatre tonnes et demie. Les lames sont en retraite de 90 millimètres l'une sur l'autre, et amincies vers les bouts; la flèche intérieure du ressort non chargé est de 240 millimètres. En 1870, le prix moyen du kilogramme de ressort elliptique était d'environ 1 fr. 75.

La figure 28, pl. IV, montre suffisamment la composition des ressorts elliptiques; nous citerons toutefois, pour certains détails, les chiffres correspondant à deux types assez fréquents dans les voitures à voyageurs formés de trois ressorts juxtaposés.

NOMBRE DE RESSORTS réunis en une seule pièce.	NOMBRE DE FEUILLES par ressort.	DIMENSIONS EN MILLIMÈTRES.				POIDS par RESSORT	CHARGE admise par RESSORT
		LONGUEUR.	FLÈCHE.	LARGEUR de chaque feuille.	ÉPAISSEUR de chaque feuille.	kilogrammes.	kilogrammes.
3	5	760	241	76	8	82,8	3,600
3	6	915	317	76	9	119,3	4,500

Les lames ou feuilles composant un ressort sont, ainsi que nous l'avons dit, généralement amincies aux deux extrémités; leur longueur décroit de 18 à 22 centimètres; elles portent toutes en leur milieu une empreinte. En superposant les feuilles, toutes les empreintes s'engagent l'une dans l'autre, et l'étrier, qui embrasse en leur milieu les feuilles constituant un ressort, maintient cet emboîtement des empreintes, et empêche de cette façon les feuilles superposées de se déplacer dans le sens longitudinal. Pour que les feuilles ne se déplacent pas dans le sens transversal, elles sont souvent striées, et les parties saillantes d'une feuille s'engagent dans les rainures des feuilles contiguës.

L'assemblage de la moitié supérieure avec la moitié inférieure de chaque ressort elliptique est réalisé par l'enroulement des lames les plus longues sur des tiges formant charnières. Dans le cas de juxtaposition de plusieurs ressorts simples pour ne former qu'un seul ressort composé, ces tiges, ainsi que les étriers centraux, sont communes à tous les ressorts qu'elles servent à assembler (*set of springs*).

Les ressorts à boudin ou à volute (*spiral springs*) sont très variés. Il y en a qui sont simples, c'est-à-dire formés d'une seule tige en acier tordue en spirale. Cette tige a reçu les formes les plus diverses, et chaque forme est l'objet d'un brevet. Le plus souvent, ces tiges sont rondes, mais parfois la tige est à section triangulaire ou trapézoïdale. Dans ce dernier cas, la tige est enroulée de telle sorte que sa plus grande dimension se trouve dans la direction du rayon. M. Godley donne à la tige enroulée en spirale une section particulière. Elle est amincie à la fois à l'intérieur et vers l'extérieur (pl. IV, fig. 30 et 31).

Pour graduer la résistance des ressorts, et permettre à leur résistance de croître avec les efforts qu'ils peuvent être appelés à supporter, on a doublé, triplé et multiplié même au delà le nombre des spirales. Ces ressorts (*nest springs*) sont réunis entre eux par emboîtement, et ils entrent successivement en action au fur et à mesure de l'augmentation des charges. Tant que le wagon est vide, ce n'est que le ressort extérieur qui porte; au fur et à mesure de l'augmentation des charges, les ressorts intérieurs entrent successivement en action. Lorsqu'il y a deux ressorts, ils sont tournés en sens inverses. Pour obtenir des ressorts plus résistants que ne pourrait l'être un seul ressort, formé par des spirales concentriques, on

en assemble plusieurs entre eux, en les faisant porter sur des plaques communes (pl. IV, fig. 29). La crainte que ces ressorts en subissant des efforts trop violents ne puissent donner lieu à des chocs, résultant du contact des spirales, a conduit à interposer entre eux, soit du caoutchouc, soit de la laine. On est revenu aujourd'hui de ce mélange de matières élastiques. L'emploi de la laine, qui était surtout pratiqué par l'établissement de Middleton, présentait cet inconvénient, qu'en arrêtant la poussière et le sable, la laine comprise entre les ressorts finissait par empêcher le jeu des ressorts, tout en perdant elle-même ses propriétés élastiques.

Les ressorts constituant un ensemble se trouvent pris entre deux plaques en fonte portant des empreintes destinées à maintenir en place chaque ressort élémentaire. Tandis que certains constructeurs guident le mouvement des ressorts au moyen de tiges centrales, ou excentriques, partant de l'une des plaques et passant dans l'autre, il y a d'autres établissements qui munissent les deux plaques d'appui de rebords formant boites. Ces boîtes sont de diamètres différents, de sorte que l'une peut s'engager dans l'autre. Ces boîtes de fonte avec les plaques d'appui servent à la fois à guider les ressorts et à les mettre à l'abri de la poussière.

Pour ne pas trop augmenter le poids de ces boîtes, on en fait les parois très minces. Il en résulte, malgré la qualité supérieure de la fonte employée, que ces boîtes cassent facilement et peuvent compromettre le jeu des ressorts. Aussi, depuis que l'emploi de la laine ou du caoutchouc entre les lames d'acier a été abandonné, on ne guide plus guère autrement que par des tringles les plaques d'appui. Lorsqu'un ressort est composé d'un grand nombre de spirales juxtaposées, il est moins nécessaire de les guider, et la tige centrale qui réunit les deux plaques sert surtout à donner une tension initiale à tous les ressorts compris entre les plaques. Les écrous qui servent à fixer ces tringles sont noyés dans des cavités que présentent les plaques d'appui, afin de permettre au jeu du ressort de se produire, sans jamais dépasser le niveau de ces plaques d'appui.

L'usine de Middleton emploie l'acier Bessemer et obtient de très bons résultats. Un ressort de sa fabrication, formé d'une tige de 35 millimètres de large et de 13 millimètres de hauteur intérieure, réduite par un congé de chaque côté de la barre à une hauteur extérieure de 10 millimètres, se trouve ramené de la hauteur initiale de $0^{m},120$ à $0^{m},090$ par une charge de 6800 kilogrammes.

En somme, les constructeurs américains emploient beaucoup plus de ressorts dans leurs voitures que les constructeurs européens. Sans compter les ressorts à boudin reportant la charge sur les balanciers, il y a, en effet, en considérant une voiture américaine comme équivalente à deux voitures européennes, trois doubles ressorts elliptiques, là où nos voitures n'en ont qu'un seul. Ce rapport de 6 à 1 s'élève à celui de 8 à 1, lorsque les ressorts du truck se composent de quatre ressorts doubles juxtaposés : le rapport est de 9 à 1, lorsque le truck est à trois essieux, et que chaque ressort est formé de trois ressorts elliptiques juxtaposés.

Ces grands soins apportés à la suspension n'ont pas seulement l'avantage de rendre les trépidations moins fortes, et par conséquent, le voyage moins fatigant pour les voyageurs sur les chemins de fer américains, et cela, malgré l'état souvent assez défectueux de la voie; mais encore l'entretien et la durée du matériel, tant fixe que roulant, se trouvent placés, grâce à cette suspension meilleure, dans des conditions très avantageuses.

La multiplication des ressorts a de plus l'avantage d'augmenter la sécurité, en réduisant les chances de rupture de ressorts, et atténuant en même temps les conséquences de cette rupture. En somme, les ressorts constituent dans les voitures américaines un élément digne d'attention, et fournissent de bons exemples à suivre.

Boîtes à graisse et essieux.

Boîtes à graisse et coussinets (*Journal boxes*, *Journal bearings*). — Ce n'est ni dans les boîtes à graisse, ni dans les coussinets, que l'on rencontre des différences notables avec ce qui se fait en Europe.

Le lubrifiant dont on se sert généralement est liquide; c'est du pétrole ou bien de la graisse liquide (*lard oil*) que l'on emploie pour le graissage.

La forme que l'on donne aux boîtes à graisse est très variée; leur trait caractéristique, c'est le réservoir à huile au-dessous de la fusée, qui contient de la laine imbibée d'huile pour graisser l'arbre.

Un soin particulier est apporté à empêcher la poussière de pénétrer dans la boîte. Le couvercle par lequel on verse l'huile s'applique hermétiquement, et un ressort maintient la fermeture. Vers l'extérieur, la boîte à graisse a une double paroi. Dans l'in-

tervalle des deux parois, on place quelquefois une rondelle en bois. La boîte à graisse ordinaire se voit pl. IV, fig. 16 à 19.

Les dispositions des boîtes à graisse présentent du reste une grande variété, et l'association des *car builders*, qui, ainsi que nous le verrons ci-après, a proposé avec succès l'adoption d'un type pour les essieux et fusées, a fait des efforts pour faire adopter la boîte à graisse et les plaques de garde pour voitures dont nous donnons pl. IV, fig. 1 à 15 tous les détails. — Dans cette boîte à graisse normale (*Standard journal box*) proposée par l'association des constructeurs de wagons, il se trouve, entre le coussinet en métal et le dessus de la boîte à graisse, une cale, qui facilite l'introduction du coussinet, et qui assure par sa surface sphérique une répartition égale de l'usure sur toute la longueur de la fusée.

Les coussinets n'embrassent généralement que le tiers environ de la circonférence de la fusée; ils présentent à leur jonction avec la boîte à graisse une rainure assez profonde, pour permettre au jeu de l'essieu dans l'ouverture de la boîte à graisse d'assurer l'introduction du coussinet entre la fusée et la boîte à graisse.

On se sert de bronze au phosphore pour la fabrication des coussinets[1]; comme c'est naturellement la partie centrale qui s'use le plus, on donne aux coussinets, en leur milieu, une épaisseur bien supérieure à celle des côtés; cette épaisseur atteint 26 millimètres, et on ne retire guère les coussinets que lorsque l'épaisseur au sommet s'est réduite à 8 ou 10 millimètres. Dans ce cas, le poids initial de 4 à 5 kilogrammes se trouve réduit souvent de plus d'un demi-kilogramme.

La longueur des coussinets étant de 8 à 10 millimètres moindre que celle des fusées, mesurée entre les rebords, ils permettent un certain déplacement de l'essieu dans le sens de sa longueur.

Essieux et fusées (*axles, journals*) — La variété dans les dimensions données aux essieux et à leurs fusées n'est pas moindre en Amérique qu'en Europe.

---

1. Le bronze au phosphore exige des soins particuliers; aussi les grands établissements même préfèrent-ils souvent faire fabriquer ces coussinets au dehors par des fondeurs spéciaux. On donne un poids de cuivre égal au poids du bronze que l'on commande, et l'on paye en sus de 80 à 90 centimes par kilogramme. Le moulage de ces pièces se fait à la mécanique. Un mouleur avec son aide peut en mouler près de 250 par jour, en sorte que le moulage coûte 10 centimes par pièce.

L'état généralement peu satisfaisant de la voie et la charge considérable par essieu nécessitent des dimensions d'autant plus fortes, que les essieux et les roues sont les éléments de la voiture qui reçoivent directement sans intermédiaire élastique tous les chocs.

Ainsi que le montre la figure 4, pl. III, les essieux des voitures à voyageurs du chemin de fer de Pennsylvanie ont en leur milieu un diamètre de $0^m,102$; au droit des roues, le diamètre est de $0^m,121$, et les fusées dont la longueur, de rebord à rebord, est de $0^m,179$, ont $0^m,083$ de diamètre.

Le chemin de fer de Louisville-Nashville, dont la voie était, il y a peu d'années encore, loin d'avoir atteint le même degré de perfection que la voie du Pennsylvania R.R., et dont la largeur de voie est de $1^m,525$, soit de 9 centimètres supérieure à celle de ce dernier chemin de fer, donnait, ainsi que l'indique la figure 11, pl. III, aux essieux des voitures à voyageurs, un diamètre de $0^m,096$ au milieu, et $0^m,112$ au droit des roues. Les fusées avaient $0^m,084$ de diamètre et $0^m,1525$ de longueur.

Les essieux et les fusées des wagons à marchandises n'étaient pas moins variés que ceux des voitures à voyageurs. Au fur et à mesure que les transports en transit ont pris plus d'importance, on a reconnu la nécessité d'une certaine uniformité, principalement pour les essieux des wagons de marchandises.

Tant pour obvier à la grande variété des dimensions des essieux, que pour faciliter par l'uniformité, aux établissements métallurgiques, la fabrication en réserve des essieux pour wagons, l'association des constructeurs de wagons a arrêté en 1879 un type, que nous reproduisons pl. IV, fig. 20, et qui s'applique aussi bien aux wagons qu'aux tenders.

Au milieu, cet essieu a un diamètre de 98 millimètres ; au droit des roues, le diamètre est de 124 millimètres. — Les fusées ont entre rebords 178 millimètres de long et 95 millimètres de diamètre.

L'essieu auquel on s'est arrêté est donc, ainsi que le prouvent ces chiffres, très rapproché des plus forts essieux employés jusqu'alors; mais, grâce à l'avantage que trouvent les usines à pouvoir fabriquer cet essieu d'avance, il ne coûte guère plus cher que les essieux bien plus faibles qu'employaient autrefois les compagnies nouvelles, visant à une grande économie et n'ayant que des trains marchant à de faibles vitesses.

On ne saurait du reste perdre de vue que sur ces lignes nouvelles, généralement à faible trafic, malgré la faible vitesse de marche, et les charges modérées que reçoivent les essieux, l'état défectueux de la voie augmente les chocs, et soumet les essieux à des efforts aussi considérables que ceux auxquels se trouvent exposés les essieux, plus chargés et roulant à des vitesses plus considérables, des wagons qui circulent sur les voies mieux entretenues des lignes anciennes à fort trafic.

Ce qui a été dit au sujet de la grande variété des essieux, s'applique également aux fusées. Pour les fusées aussi, on s'est généralement rallié aux dimensions proposées par l'association des *car builders*. Des observations minutieuses ont prouvé que, sous les mêmes charges et dans les mêmes conditions d'entretien et de graissage, les anciennes fusées de 82 millimètres de diamètre, et 140 millimètres de longueur, s'échauffaient, tandis que la fusée normale de 95 millimètres de diamètre et 178 millimètres de longueur échappe complètement à cet inconvénient. Une expérience, faite avec beaucoup de soin par M. Garey, sur le New-York et Harlem R.R., a démontré une fois de plus l'avantage des fusées plus fortes et plus longues. Dans l'un des trucks d'un wagon à bagages, il y avait un essieu avec des fusées de 95 millimètres de diamètre et 178 millimètres de longueur, et un autre essieu avec des fusées de 88 millimètres de diamètre et 164 millimètres de longueur. Lorsque les roues, après avoir parcouru 105 832 kilomètres, durent être retirées, on trouva que les grandes fusées avaient perdu $0^{mm},8$ de diamètre bien uniformément, sur toute leur longueur, tandis que les autres fusées plus faibles avaient leur diamètre réduit d'environ $1^{mm},6$ avec une usure plus forte vers le milieu de la fusée que vers les deux bouts.

En comparant d'ailleurs les essieux et fusées des wagons à marchandises aux pièces similaires des voitures à voyageurs, on ne relève que de faibles différences.

On trouvera ci-après réunies dans un tableau les principales dimensions des essieux et fusées employés, tant par les compagnies de chemins de fer proprement dites, que par les compagnies possédant un matériel roulant circulant sur divers réseaux. A titre de renseignement historique, nous donnons celles de l'essieu des wagons du chemin de fer de l'Erié, avant que sa largeur de voie fût réduite de $1^{m},83$ à $1^{m},44$.

DÉSIGNATION.	PENNSYLVANIA R.R.	LOUISVILLE-NASHVILLE R.R.	NEW YORK CENTRAL ET HUDSON RIVER R.R.	GREAT WESTERN RAILWAY DU CANADA.	ERIÉ R.R. A VOIE LARGE DE $1^m,83$.	TYPE DE L'ASSOCIATION DES CONSTRUCTEURS DE WAGONS.	ENTREPRISES DE TRANSPORT.		
							EMPIRE line.	UNION line.	BLUE line.
Diamètre de l'essieu :	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.
A mi-longueur...	102	96	95	101,5	101,7	98	105	105	101,5
Dans le moyeu de la roue........	121	112	108	118	118	124	101,5	101,5	118
A l'intérieur près de la roue......	124	116	114,5	121	121	127	—	105	—
Longueur totale de l'essieu..........	2,102	2,112	2,057	2,070	2,464	2,116	2,070	2,102	1,997
Longueur de la fusée.............	179	152,5	140	152,5	178	178	136,5	178	132
Diamètre de la fusée..............	83	81	86	81	89	95	83	83	81
Épaisseur du rebord de la fusée.......	12,5	16	19	16	12,5	16	—	12,5	16

Essieux à roues indépendantes. — Avant de passer à la description des roues, il y a lieu de mentionner les tentatives faites en Amérique, pour résoudre d'une manière pratique le problème des roues tournant sur les essieux, car c'est précisément à la construction particulière des essieux que se rapportent les essais faits dans ce but.

La diminution des résistances que rencontrent les véhicules au passage par les courbes raides a dû être de tout temps en Amérique la préoccupation des constructeurs, à cause du grand nombre de courbes de petit rayon que présentent les tracés. Il est vrai que le système de wagons portés sur deux trucks pouvant tourner sur leur cheville ouvrière, et dont les essieux ne présentent qu'un écartement d'environ $1^m,83$, lorsqu'ils sont a quatre roues, ce qui est le cas le plus général, et au plus de $3^m,05$, lorsqu'ils sont à six roues, donne déjà lieu à beaucoup moins de résistance au passage des courbes que celui des wagons européens, mais il n'en est pas moins vrai qu'en rendant indépendantes l'une de l'autre les roues d'un même essieu, on diminuerait encore l'effet des courbes sur l'effort de traction. Quand même la conicité des surfaces de roule-

ment des roues existerait au début et pourrait être toujours maintenue, la liaison rigide des essieux du même truck, en imposant à chacun des deux essieux une position différente de celle qu'il prendrait, s'ils étaient indépendants, rend l'utilité de la conicité des roues presque illusoire.

En fait, les roues des véhicules qui circulent sur les chemins de fer des États-Unis ne présentent en moyenne, par suite tant de leur faible conicité initiale que du long service qu'elles font, et de l'usure qu'elles éprouvent, pas de conicité du tout[1].

Parmi les diverses constructions proposées pour les essieux à roues indépendantes, nous croyons devoir décrire celle due à M. *Miltimore*, proposée dès 1871, et ayant subi depuis des perfec-

---

1. On peut en juger par le tableau suivant emprunté à un mémoire publié le 23 décembre 1881 par la *Railroad Gazette*, et traitant de la corrélation entre la forme des têtes de rails et celle des bandages des roues.

DÉSIGNATION DES CHEMINS DE FER ou des usines fabricant les roues.	CONICITÉ des bandages exprimée en fraction.	SAILLIE des mentonnets.	RAYON du raccordement avec la surface de roulement.
		millimètres.	millimètres.
Baltimore-Ohio Rail Road	nulle.	35,0	16,0
Baltimore Car Wheel C°	1/24	31,7	16,0
John L. Gill	1/24	31,7	19,0
Ramapo Wheel Foundry C°	1/24	25,4	16,0
Davenport, Fairbairn et C°	1/64	25,4	22,2
Taylor Iron Works	1/19	30,2	20,6
Illinois Central Rail Road	1/48	27,6	14,2
Wason Manufacturing C°	1/18	27,6	16,0
Brass Foundry Machine Works	1/19	27,0	14,2
Tredegar C°	1/32	27,6	16,0
Lobdell Car Wheel C°	1/24	27,6	17,5
Pennsylvania Rail Road	1/32	25,4	16,0
Barnam Richardson et C°	1/24	31,7	16,7
Philadelphia-Reading Rail Road	1/19	31,7	11,1
Allen Paper Car Wheel C°	1/16	30,2	11,1
Thomas Prosser et C° (proposent)	1/8	27,0	12,7

Le rayon de courbure du raccordement de la surface de roulement du rail avec ses faces latérales varie beaucoup, mais il est généralement inférieur à celui de raccordement du mentonnet avec la surface de roulement des bandages. Ainsi le Pennsylvania Rail Road donne à ses rails des profils arrondis par un arc de cercle de 9^{mm},6 de rayon; sur le New-York Central et Hudson River R.R., ce rayon est de 8 millimètres seulement.

Les rails étant généralement posés sans dévers, les roues neuves ne portent que sur l'arête intérieure du rail, ce qui contribue à hâter l'usure de bandages et la disparition de leur conicité.

tionnements à la suite desquels les essais qui en ont été faits ont pleinement réussi.

Nous donnons pl. IV, fig. 22, le dessin d'un essieu tel que le fournit la *Miltimore Car Axle Company*.

Les roues A ne sont pas calées sur l'essieu B; cet essieu est logé dans un tube en fer C, portant à chaque extrémité un manchon D en fonte, coulé sur ce tube pour être bien invariablement relié à celui-ci. Ce tube, muni des deux manchons D, peut tourner autour de l'essieu, et des coussinets en bronze E sont introduits de chaque côté pour faciliter la rotation des manchons autour de l'essieu. En raison des flexions que peut subir l'essieu, on a donné une forme sphérique à ces coussinets, ce qui a nécessité l'addition des petits anneaux F, tenus en place par les rondelles G, que l'on fixe au moyen de vis et qui, en débordant sur le moyeu de la roue, maintiennent celle-ci entre la saillie du manchon et la rondelle. Les extrémités de l'essieu B reposent dans les boîtes H, avec lesquelles elles sont invariablement reliées par les broches I qui empêchent toute rotation de l'essieu même. Le réservoir K de la boîte renferme de l'huile, qui s'introduit par un petit orifice O, dans le canal central L, et, de là, dans le canal descendant M, pour graisser la face de contact entre le coussinet et le manchon. L'excédent d'huile passe dans la face de contact entre le moyeu de la roue et la surface extérieure du manchon D, et de là dans le réservoir N.

En ligne droite, c'est-à-dire lorsque les deux roues du même axe ont le même chemin à parcourir, les roues ne tournent pas sur les manchons, mais le manchon entier DCD tourne autour de l'essieu. Dès que le véhicule muni d'un essieu Miltimore s'engage dans une courbe, l'une des roues commence à tourner autour du manchon, et prévient ainsi tout patinage et tout effort de torsion dans l'essieu.

La complication de cette construction, et le prix élevé qui en est la conséquence, expliquent le peu d'emploi que l'on a fait jusqu'ici de ce genre d'essieux, qui pourtant, dans des essais qui ont duré plusieurs années, ont été reconnus exempts des dangers que présentent généralement les roues folles, tout en diminuant les résistances à la traction.

Les courbes des tramways établis dans l'intérieur des villes étant forcément très raides, l'idée de rendre les roues d'un même essieu indépendantes a conduit M. *S. L. Harrison*, de San Francisco, à proposer pour les essieux des voitures de tramways, une construc-

tion qui rappelle celle dont nous venons de parler, avec cette différence, toutefois, que l'essieu même n'est plus fixe, et que le manchon ne règne que sur une moitié de la longueur de l'essieu. L'une des roues est calée sur l'essieu, l'autre sur le manchon, qui peut tourner avec elle autour de l'essieu. L'essieu porte, au milieu, ainsi que le montre la figure 21, pl. IV, un bourrelet contre lequel un rebord du tube formant manchon est arrêté.

Roues (*Wheels*). — Un fait qui surprend à première vue dans le matériel roulant américain, c'est l'emploi presque exclusif des roues en fonte coulées en coquille.

Tandis qu'en Europe la roue en fonte n'est tolérée que pour les wagons à marchandises, et que, sur certains chemins de fer, les wagons à marchandises à roues en fonte sont rigoureusement exclus des trains mixtes, on n'hésite pas à étendre, en Amérique, l'emploi de la fonte aux roues des voitures et wagons de toute nature.

Les roues en fonte sont employées sans inconvénient en Amérique, avec des diamètres moindres que ceux que l'on donne généralement aux roues des voitures à voyageurs en Europe, pour porter des wagons plus lourds que les nôtres, sur des voies moins bien entretenues, et dans des trains marchant à toutes les vitesses, c'est-à-dire dans les trains de marchandises marchant à environ 15 kilomètres à l'heure, aussi bien que dans les trains de voyageurs atteignant et dépassant même 100 kilomètres à l'heure, et l'on n'hésite pas à faire agir sur ces roues en fonte les freins les plus puissants. On doit donc admettre, qu'ou bien l'appréhension que provoque l'emploi des roues en fonte en Europe n'est pas fondée, ou que les roues en fonte américaines sont supérieures à celles que l'on fabrique en Europe.

Il y a lieu de croire, qu'à l'heure qu'il est, la différence de qualité, entre les roues fabriquées en fonte en Amérique, et celles fournies par les établissements spéciaux en Europe, tend à diminuer considérablement, grâce aux perfectionnements empruntés à l'Amérique, dont l'effet est de diminuer la part d'influence qu'il faut attribuer à la qualité supérieure des minerais servant à fabriquer la fonte américaine sur la résistance des roues.

Cette qualité supérieure de la fonte brute, et la vitesse très modérée des trains au début de l'ère des chemins de fer, ont certes contribué à encourager tout d'abord l'emploi de la fonte pour les roues des

wagons; mais l'emploi de la fonte une fois admis, la fabrication a dû s'en perfectionner notablement, pour permettre à ses produits de se prêter aux exigences toujours croissantes du service, notamment à l'augmentation de la charge des essieux et de la vitesse de la marche des trains.

Un coup d'œil rétrospectif sur la fabrication des roues en fonte présente à ce titre un certain intérêt.

Les premières roues en fonte coulées en coquille ont été fabriquées en Amérique en 1832, par Ross Winans, à Baltimore, et par Jonathan Bonney et Cie à Wilmington. Ces roues étaient à rais plats, et le moyeu était divisé en plusieurs segments, afin d'éviter les tensions inégales dans le corps des rais. Des frettes en fer rétablissaient la solidarité des éléments constituant le moyeu.

Malgré cette précaution, les ruptures de rais furent fréquentes, et donnèrent lieu à une série d'essais dans lesquels on chercha à relier la jante coulée en coquille au moyeu en fonte ordinaire, soit par des rais en fer forgé, soit par des parois pleines formées par des tôles, et noyées de part et d'autre dans la fonte. Ce n'est qu'en 1836, que M. Tiers, de Philadelphie, fabriqua des roues, où la jante et le moyeu coulés d'une pièce étaient reliés par une paroi pleine de même métal.

En 1838, M. Geo. G. Lobdell prit un brevet pour la fabrication des roues en fonte coulées en coquille, à parois doubles. Ces roues, connues dans la suite sous le nom de roues de l'usine de Bush et Lobdell, présentaient déjà une très grande solidité. Les deux parois convexes vers l'intérieur, coulées d'une pièce avec la jante et le moyeu, donnaient toutefois naissance à des tensions dangereuses dans le moyeu, et l'on divisa pour ce motif le moyeu, non plus en sections, mais en deux parties dans le sens transversal.

M. E. A. Lester revint ensuite en 1844 aux roues à simple paroi, à laquelle il donnait une surface ondulée. En 1845, M. Geo. W. Eddy combina les avantages des roues à double paroi de Lobdell, et des roues à paroi unique de Lester, en conservant dans les roues à double paroi la forme convexe, pour la paroi intérieure, mais en donnant des ondulations à la paroi extérieure. Grâce à cette combinaison, il arriva à faire de bonnes roues sans diviser en deux le moyeu auquel se rattachent les deux parois.

Ainsi que l'indique l'énumération de ces types essayés, toutes les études étaient déjà dirigées vers le choix de la forme à donner aux

roues, pour réduire le plus possible les tensions résultant du refroidissement inégal que subissait la fonte dans les moules à coquille, c'est-à-dire dans les moules dont la partie correspondant à la surface de roulement de la jante est formée par un corps très bon conducteur de la chaleur (de la fonte), tandis que tout le reste du moule est en sable.

C'est à M. Whitney, de Philadelphie, que revient le mérite d'avoir assuré la réussite de la fonte en coquille, en détruisant par un refroidissement très lent les tensions qui se produisent dans les pièces coulées par ce procédé. C'est en 1848 qu'il construisit le premier four à réchauffer. L'efficacité de ce refroidissement lent une fois établi, on s'est souvent borné à recouvrir les roues, au sortir de leur moule, de sable dans lequel elles refroidissent d'une manière lente et graduelle.

Bien qu'ainsi l'influence de la forme sur la bonne fabrication des roues eût été diminuée, la meilleure forme à donner aux roues n'en resta pas moins, même après 1848, la grande préoccupation des ingénieurs américains.

La forme pour laquelle M. Nathan Washburn a pris un brevet en 1850, mérite d'être tout particulièrement citée (pl. XXXVIII, fig. 10 et 11); elle présente les avantages des roues à double paroi, tout en en écartant les inconvénients. La paroi est en effet simple près du bandage et devient double pour mieux se rattacher à la masse du moyeu.

Les bons résultats des roues en fonte ne tardèrent pas à en généraliser l'emploi. Le fait que toute fonte ne se prête pas à la fusion en coquille, en limitant le nombre des usines capables de produire de la bonne fonte par ce procédé, tendit à restreindre pour cela l'emploi de ces roues. De plus, la fonte au bois étant essentiellement propre à durcir sur une grande profondeur sous l'influence de la coquille, on voyait, avec les progrès que faisait l'emploi du coke et de l'anthracite pour la fabrication de la fonte, approcher le moment où la qualité des roues allait baisser.

Les études approfondies de M. G. Hamilton conduisirent ce métallurgiste distingué à trouver des mélanges donnant à la fonte, par l'addition d'une certaine quantité de fer et d'acier, des qualités comparables à celles des meilleures fontes au bois pour la fonte en coquille, comme par exemple à celles de Barnum et Richardson à Salisbury (Connecticut). Les chances de malfaçon dans des opéra-

tions qui exigent des soins particuliers pour le dosage des divers éléments restent toutefois une cause de la préférence donnée aux roues coulées en fonte de qualité supérieure[1].

Les chemins de fer du Canada ont suivi l'exemple de ceux des États-Unis, et les roues en fonte y trouvent également une application générale. Au début, ces roues étaient principalement fournies par des usines des États-Unis, mais, à l'heure qu'il est, le Canada possède des usines fabriquant des roues en fonte qui ne le cèdent en rien à celles provenant de ces dernières usines.

A Montréal, l'établissement de M. Dougall et Cie, qui n'emploient guère que de la fonte au bois soufflée à froid, fournit d'excellentes roues à double paroi, qui, pour un diamètre de 0m,84, pèsent 243 kilogrammes et coûtent 60 francs. L'établissement de J. Harris et Cie vendait en 1876 les roues du même diamètre 63 francs. L'usine de Toronto dite *Toronto-Car-Wheel Company* arrive à donner à ses roues en fonte un durcissement parfait et uniforme sur 12 ou 15 millimètres de profondeur, et nous avons vu des roues de tender, ayant 0m,763 de diamètre, qui, après un parcours de 195 000 kilomètres, ne montraient qu'une usure très faible et uniforme. Cette usine, qui déclare également n'employer que de la fonte au bois soufflée à froid, produit en moyenne par jour 300 roues. Elle donne aux roues la forme qu'on demande, mais elle fait de préférence les roues pour tender qui ont 0m,70 de diamètre, à rais creux, tandis que les roues pour chemins de fer à voie étroite sont à parois pleines. Ces dernières roues pèsent 153 kilogrammes et coûtaient, en 1876, environ 60 francs; les roues pour tender étaient cotées 75 francs l'une.

Nous avons résumé dans le tableau suivant les principales données relatives à quelques grands établissements fabriquant des roues en fonte. Les prix que nous y mentionnons ont été relevés en 1876. Les prix des roues étaient, au commencement de l'année 1880, à peu près les mêmes qu'en 1876; dans l'intervalle, ils avaient subi une baisse d'environ 25 pour 100.

---

1. Nous donnons dans une annexe quelques détails sur la composition de la fonte pour la fabrication des roues coulées en coquilles en les empruntant aux publications et aux textes des brevets de M. G. Hamilton.

ROUES EN FONTE EN COQUILLE.

NOM DE L'USINE.	TYPE DE CONSTRUCTION.	DIAMÈTRE.	LARGEUR DE JANTE.	POIDS D'UNE ROUE en kilog.	PRIX PAR ROUE en francs.	OBSERVATIONS.
Baltimore Car Wheel C°, à Baltimore (Maryland).	Simple paroi.	0,765	0,10	198	66,25	Cette usine fond par jour jusqu'à 200 roues : elle n'emploie que de la fonte au bois soufflée à froid, dont la résistance varie entre 1950 et 2930^k par c. q. La couche trempée a une épaisseur d'environ 12^{mm}. L'usine produit aussi les bandages à 0^f,55 par kilog.
	»	0,839	0,10	225	75,00	
	»	0,839	0,12	234	78,75	
	Double paroi.	0,763	0,10	209	72,50	
	»	0,763	0,12	218	75,00	
	»	0,839	0,10	243	85,00	
	»	0,839	0,12	254	87,50	
Barnum, Richardson et C°, à Salisbury (Connecticut).	Simple paroi.	0,559	0,12	101	33,75	Cette usine fond par jour 150 roues et n'emploie que la meilleure fonte au bois, présentant une résistance supérieure à 1900^k par c. q. La couche trempée a une épaisseur de 18 à 22^{mm}. Un marteau pesant 15^k ne fend la jante qu'au bout de 61 coups. * Ces roues ont fourni un parcours moyen de 72 500 kilom., obtenu sur 50 locomotives et tenders du New Haven R. R. On a constaté pour ces roues des parcours de 196 660^k sur le Lake Shore et Michigan R.R.
	Double paroi.	0,559	0,12	144	40,00	
	Rais creux.	0,661	0,12	185	55,00	
	Double paroi.	0,661	0,12	191	55,00	
	Rais creux.	0,763	0,12	203	60,00	
	Simple paroi *.	0,763	0,12	189	55,00	
	Double paroi.	0,763	0,12	216-225	62,50-65,00	
	Simple paroi.	0,839	0,10	225	65,00	
	Double paroi *.	0,839	0,10	230-241	67,50-72,50	
	»	0,839	0,12	243-252	72,05-72,00	
	»	0,839	0,12	270	80,00	
Cayuta, Wheel Foundry, Waverley (New-York).	Type Washburn *	0,763	0,12	207-216	70,00-70,25	Conditions de fabrication analogues aux précédents. * Parcours constatés de 96 600 kilom.
	»	0,839	0,12	225-243	70,05-79,00	
	»	0,915	0,12	270	85,00	
Davenport, Fairbairn et C°, Erie (Pennsylvanie).	Atwood-Washburn	0,610	0,10	90	35,00	Production journalière susceptible de s'élever jusqu'à 350 roues. Résistance de 1800 à 1900^k par c. q. Trempe pénétrant un peu au delà de 18^{mm}. Certaines roues auraient fourni des parcours de 400 000 kilom.
	»	0,610	0,12	168	60,00	
	»	0,711	0,10	187	65,00	
	»	0,711	0,12	197	70,00	
	»	0,839	0,10	230	75,00	
	»	0,839	0,12	239	80,00	

Hamilton, Steeled Wheel C° Philadelphie (Pennsylvanie).	Atwood Washburn	0,839	0,12	248	55,00	L'addition d'acier ou de fer forgé à la fonte au coke ou à l'anthracite communique au mélange la propriété de recevoir une certaine trempe et une augmentation de résistance.
Lobdell Car Wheel C°, Wilmington (Delaware).	Rais creux.	0,661	0,12	203	—	Cette usine peut fondre par jour 300 roues et 24 bandages, et monter sur essieux 200 roues. Elle emploie de la fonte au bois soufflée à froid ou à chaud. Minimum de résistance de 2000k par c. q. L'usine garantit aux roues de wagons de 0m,839 de diamètre un parcours minimum de 96 600 kilom, et quand elles sont livrées tournées, de 144 900 kilom.
	»	0,712	0,12	212	—	
	»	0,763	0,12	230	—	
	Simple paroi.	0,839	0,10	225-239	0f,205 par kilog.	
	»	0,839	0,12	239-252		
	Double paroi.	0,839	0,10	232-243	0f,334 par kilog.	
	»	0,839	0,12	243-263		
Ramapo Wheel et Foundry C° Ramapo (New-York)	Double paroi.	0,661	0,10	171	68,75	Usine installée pour fondre par jour 300 roues. Conditions de fabrication analogues à celles de Barnum. — Résistance atteignant jusqu'à 2440k par centimètre carré. Parcours moyens de 100 596 et 266 264 kilomètres. Maximum constaté de 325 488 kilomètres.
	»	0,712	0,10	198	73,75	
	Simple paroi.	0,763	0,10	203	73,75	
	Double paroi.	0,763	0,10	209	76,25	
	Syst. Washburn.	0,763	0,12	216	77,50	
	»	0,839	0,10	232-239	82,50-83,75	
	»	0,839	0,12	245	85,00	
	»	0,915	0,10	270	90,00	
	»	0,991	0,10	315	100,00	
	»	1,068	0,10	371	117,50	
	»	1,068	0,12	389	122,50	
Whitney et fils Philadelphie (Pennsylvanie).	Simple paroi.	0,610	0,10	151-160	46,25-48,75	Production journalière de 300 roues. Emploi du procédé Hamilton; mélange de: 5 à 10 °/o d'acier Bessemer ou fer forgé, 5 à 10 °/o de fer à anthracite, le surplus consistant en fonte au bois et vieilles roues. La résistance absolue ne dépasse pas 2000k par c. q. Parcours fournis de 80 000 à 120 000 kil. en moyenne, de 286 580 kil. au maximum.
	»	0,610	0,12	158-167	43,75-51,25	
	Double paroi.	0,610	0,10	167	53,75	
	»	0,610	0,12	178	57,50	
	Simple paroi.	0,839	0,10	225-248	68,75-76,25	
	»	0,839	0,12	248-263	76,25-80,00	
	Double paroi.	0,839	0,10	237-248	75,00-78,75	
	»	0,839	0,12	252-263	80,00-80,25	
	»	0,915	0,10	263	80,00	

Nous avons eu l'occasion d'assister à des essais divers, qui nous ont permis de constater les qualités tout à fait surprenantes de la fonte employée à la fabrication des roues dans certains établissements[1].

Roues à disques en papier. — Pour rendre les roues plus élastiques et moins sonores, après avoir essayé pendant quelque temps de se servir du bois, on a fini par employer le papier comprimé.

L'American Paper Car Wheel C°, d'Hudson (New-York), fabrique des roues en papier ayant jusqu'à $1^{m},07$ de diamètre. Le disque central en papier est fixé, ainsi que le montrent les figures 23 et 24, pl. IV, au moyen de cercles vissés contre des saillies du bandage entre lesquelles il est emprisonné. En soumettant le disque en papier à une pression de 400 tonnes, on parvient à lui donner une très grande dureté.

La Compagnie des Pullman cars, qui emploie de préférence les roues en papier, attribue à l'élasticité de cette matière la grande durée de certains bandages de roues. On cite des roues à disques en papier et bandages en acier fondu ayant fait sous un wagon-lit un parcours de 525 000 kilomètres en ne passant qu'une fois au tour. L'épaisseur du bandage permettant un second passage au tour, on estimait qu'on pourrait atteindre un parcours total de plus de 650 000 kilomètres. Les disques en papier peuvent être réutilisés avec de nouveaux bandages.

Voitures de luxe.

Ainsi que nous l'avons dit, la première classe des voitures à voyageurs est remplacée sur les chemins de fer aux États-Unis par des voitures présentant des dispositions spéciales, qui les rendent tout particulièrement propres, soit aux voyages de jour, soit aux voyages de nuit. En dehors de ces voitures de luxe, dans lesquelles les voyageurs peuvent s'installer moyennant une redevance supplémentaire pour tout le trajet qu'ils font, il y a encore des wagons-salles à manger, dans lesquels on fait passer successivement les voyageurs du train aux heures des repas.

Wagons-salons. — Les wagons-salons (*drawing room cars*) ont

1. Une note insérée à la fin de ce volume donne quelques détails sur des expériences faites aux ateliers du chemin de fer de Pennsylvanie à Altoona.

cela de particulier, qu'ils assurent à chaque voyageur un espace plus grand que celui qui lui serait assigné en cas d'affluence dans une voiture ordinaire, et qu'on donne généralement aux voyageurs la possibilité de se placer dans une direction quelconque. Dans les voitures ordinaires, le dossier du siège est bien reversible, mais c'est le conducteur qui tient les clefs des serrures maintenant chaque dossier dans l'une ou l'autre de ses deux positions, et chaque siège devant être occupé par deux voyageurs, il faut encore un accord, non seulement avec le conducteur, mais aussi avec un autre voyageur pour pouvoir changer sa position par rapport à la direction de la marche du train. Dans les wagons-salons, chaque voyageur a son fauteuil. La majeure partie de ces sièges se trouvent montés sur un pivot vertical, qui permet au voyageur, non seulement de se placer dans le sens du mouvement ou dans le sens opposé, mais aussi de prendre les positions intermédiaires. Dans un pays pittoresque, le voyageur peut ainsi se tourner vers le côté qui présente pour lui le plus d'intérêt; des glaces de dimensions exceptionnelles, séparées par des panneaux pleins de très faible largeur lui permettent de mieux jouir de la vue.

Les sièges sont disposés en double ou triple rang dans le sens de la longueur; un certain nombre d'entre eux, au lieu d'être montés sur pivots, se trouvent fixés contre l'une des parois ou placés dans les angles. Cette position, qui enlève au voyageur la possibilité de faire pivoter son siège, le met par contre à l'abri des courants d'air.

Pour que des sociétés d'un certain nombre de personnes puissent s'isoler du reste des voyageurs, on établit en général, dans les wagons-salons, des cloisons formant des coupés isolés (*state rooms*) dans lesquels il y a de quatre à six sièges. Nous donnons pl. V, fig. 9 et 10, la coupe et le plan d'un wagon-salon. Le wagon représenté ne contient que 27 sièges, quoique la longueur de la caisse soit de 15^{m},10. Par l'emplacement donné aux cabinets d'une part, aux cloisons entourant le poêle et les provisions d'autre part, la voiture se trouve divisée en sa longueur en trois parties. Sur celle du milieu, on a encore pris une part pour y établir un coupé séparé.

Ce n'est que dans la partie centrale que se trouvent des fauteuils pivotants. Les sièges, dans les deux sections voisines des portes, sont des fauteuils et des pliants; dans le coupé séparé, il y a deux pliants et un divan pour deux personnes. Tandis que les fauteuils pivotants ont des dossiers de hauteur insuffisante pour pouvoir

y appuyer la tête, ceux des autres sièges sont assez hauts pour cela; c'est du reste un avantage auquel, il faut le dire, le public américain ne paraît pas tenir au même point que le nôtre.

Pour mettre les sièges placés près des portes d'entrée à l'abri des courants d'air, des paravents vitrés se rattachent, par des retours d'équerre, aux faces de tête du wagon de part et d'autre des portes, et forment un petit couloir. La largeur de la caisse du wagon étant de 2m,80, sa longueur, de 15m,10, on a 1m²,566 de surface de wagon par siège dans ce wagon-salon.

Comme les wagons de luxe représentent en raison de leur installation coûteuse un capital très important, et que leur nombre n'est pas considérable, on a pris l'habitude de leur donner, comme aux locomotives chez nous, en dehors du numéro d'ordre, un nom.

Il y a des wagons-salons qui utilisent beaucoup mieux la superficie de la caisse que celui dont nous venons de parler; ainsi le chemin de fer de l'Erié a un wagon-salon dans lequel les sièges pivotants sont placés sur trois rangées; il y en a 15 dans la partie centrale; 4 près d'une porte, et 5 près de l'autre. Contre les cloisons renfermant le coupé isolé, la toilette et le poêle, se trouvent trois banquettes ou divans formant sièges pour 8 personnes, et trois fauteuils; de plus, dans le coupé isolé, il y a un divan pour 4 personnes et trois fauteuils. Cette voiture offre donc des sièges pour 42 personnes. Une voiture ordinaire peut recevoir dans le même espace 62 personnes; chaque voyageur dans ce wagon de luxe a donc une fois et demie l'espace qui reviendrait à chaque voyageur dans une voiture ordinaire qui serait au complet; de plus, il se trouve dans un wagon plus élégant et présentant plus de surface éclairée que les wagons ordinaires. Pour le reste, c'est-à-dire quant à la hauteur libre et au système de chauffage, il n'y a pas de différence notable avec les voitures ordinaires.

La ventilation est généralement plus soignée dans les wagons-salons; ainsi il y en a qui ont les déflecteurs système Winchell, et où toutes les ouvertures peuvent être closes avec des cadres tendus de toile métallique pour arrêter la poussière et les étincelles.

Wagons-lits. — Les wagons-lits (*sleeping cars*) sont les wagons de luxe les plus répandus et en même temps ceux qui sont les plus nécessaires sur les chemins de fer en Amérique. Ils ne remontent pas au delà de l'année 1859, époque où les premiers wagons-lits

furent construits dans les ateliers de la Compagnie du Chicago et Alton R.R.[1].

L'usage de ces wagons a pris une extension considérable sur la plupart des lignes : en 1880, on a compté en moyenne, par train de voyageurs, pour une voiture ordinaire, une proportion de wagons-lits de :

0,45 sur la ligne de Louisville-Nashville, et de

0,44 sur le Pennsylvania-Central entre Philadelphie et Pittsburg.

Ainsi qu'on l'a vu par la description qui précède, les voitures ordinaires n'offrent en effet, même pour le cas où elles seraient loin d'être au complet, nulle commodité pour les voyages de nuit. Les banquettes n'ont qu'environ un mètre de long; on ne peut donc pas s'y allonger, et les banquettes, se trouvant en face l'une de l'autre, ne présentent, même en rabattant les dossiers en sens inverse, qu'environ 1^{m},30 de longueur, ce qui est également insuffisant pour pouvoir s'étendre dans le sens de la longueur du wagon. Les grandes distances que l'on a souvent à parcourir d'une traite aux États-Unis, jointes à cette installation incommode des voitures ordinaires pour les voyages de nuit, ont dû nécessairement conduire à l'introduction de wagons spéciaux pour ces voyages. Le mérite d'avoir perfectionné la construction des wagons-lits, au point où nous la voyons parvenue aujourd'hui, revient principalement à M. *Georges Pullman*, de Chicago, qui a monopolisé longtemps la construction et la location des wagons-lits, et qui a donné son nom à leur système d'installation.

Le wagon-lit américain diffère avantageusement de ceux que l'on a introduits depuis quelques années sur plusieurs lignes européennes. Les dimensions bien supérieures des caisses et leur mode de suspension contribuent considérablement à cette supériorité.

Le wagon-lit typique présente les dispositions suivantes : à droite et à gauche du couloir central se trouvent, comme dans toutes les voitures à voyageurs des chemins de fer américains, des banquettes transversales. Les dossiers de ces banquettes ne sont toutefois pas reversibles comme dans les voitures ordinaires: ils sont fixes, et il y a toujours deux banquettes qui se font face et forment une division, dite section du wagon. Un wagon-lit contient en général 12 sections, ce qui permettrait à la rigueur d'y faire coucher

1. *Rail Road Gazette* du 6 avril 1877.

48 voyageurs, chaque section pouvant contenir 4 voyageurs, deux dans le lit inférieur, deux dans le lit supérieur. De fait, chaque voyageur occupe à lui seul un lit, ce qui réduit à 24 le nombre de personnes pouvant être couchées dans un wagon-lit normal. Les sièges des banquettes opposées peuvent être avancés l'un vers l'autre; les dossiers capitonnés s'avançant avec les sièges viennent se placer horizontalement, et permettent d'établir au niveau des banquettes une surface matelassée sur toute la longueur comprise entre les deux dossiers des sièges.

Sur cette même longueur, il y a des couchettes attachées par des charnières contre la partie supérieure des parois latérales du wagon. On relève pendant le jour les châssis sur lesquels sont établies les couchettes supérieures, dont la literie se trouve alors appliquée contre la paroi du wagon, un peu au-dessous de la toiture. Dans la position horizontale, c'est-à-dire rabattue, le dessous des couchettes supérieures se trouve à $1^m,25$ au-dessus du plancher, soit à environ $0^m,70$ au-dessus du lit inférieur formé par les banquettes; elles s'appuient sur les dossiers de ces banquettes, et sont de plus soutenues par des chaînes s'enroulant sur des poulies munies de ressorts intérieurs, qui déterminent leur enroulement, dès que l'on relève le lit. On renferme pendant le jour dans l'espace compris entre la toiture et les châssis pleins formant les fonds des couchettes supérieures, non seulement la literie de ces couchettes, mais encore une partie de celle des couchettes inférieures.

Des panneaux, qui pendant le jour se trouvent également logés avec la literie, servent pendant la nuit à compléter la séparation des compartiments (*sections*) comprenant chacun un lit inférieur et un lit supérieur. Ces panneaux s'adaptent sur les dossiers des sièges et touchent par le haut à la toiture du wagon. De fortes tringles se trouvent établies dans le sens de la longueur du wagon contre la couverture et à l'aplomb des bords des lits. A ces tringles, régnant tout le long du wagon et se décomposant en autant de tronçons qu'il y a de compartiments, sont fixés pendant la nuit des rideaux en étoffe très lourde, qui achèvent de clore chaque compartiment, en sorte que pendant la nuit, le couloir central d'un wagon-lit se trouve limité de part et d'autre par une rangée de rideaux.

Dans les wagons-lits construits sur les plans de M. *Wagner*, on trouve quelquefois des lits supérieurs se démontant complètement de manière à pouvoir se placer sous les sièges.

Cette construction donne au wagon pendant le jour un aspect plus agréable, mais les transformations qu'elle entraîne sont plus longues, et dès lors peu goûtées par les voyageurs.

Il va sans dire que chaque wagon-lit contient un bon appareil de chauffage, et qu'il y a des cabinets d'aisance, ainsi que des cabinets de toilette, pour hommes et pour dames. De plus, on y trouve généralement, indépendamment d'une armoire où sont serrés les draps et autres objets de literie, une cloison réservée aux provisions de toute nature que le conducteur du wagon-lit vend en route.

Les sièges ont en général une longueur intérieure de $0^m,80$ à $0^m,90$.

Les deux étages de lits établis avec cette largeur sont désignés par le nom de lits-doubles (*double-berths*), quoiqu'en général, ainsi qu'il a été dit plus haut, ils ne soient occupés que par une personne chacun. Certains sièges, ceux par exemple qui sont établis dans les coupés, sont de largeur moindre, et sont considérés pour ce motif comme des lits simples (pl. V, fig. 3).

S'il est vrai de dire que les compartiments, séparés du reste du wagon par des cloisons, sont recherchés dans les wagons-salons, et que pour cette raison on a pris l'habitude de ménager dans chaque wagon-salon de ces compartiments, participant de tous les avantages de la libre circulation dans le train, et offrant en outre celui de pouvoir s'isoler du public, cet avantage est bien plus grand encore pour les voyages de nuit. Aussi tous les wagons-lits, qui ne présentaient au début qu'un dortoir unique sur toute leur longueur, ne se construisent plus sans un certain nombre de cloisons formant des compartiments pour quatre, six et même huit personnes. La figure 8, pl. V, donne la disposition intérieure d'un wagon-lit ayant 24 lits doubles correspondant à la partie centrale du wagon ; dans les deux compartiments situés près des entrées, les lits sont simples. A moins de demandes spéciales, on réserve en général l'un de ces compartiments pour les fumeurs.

Pour permettre à cette catégorie de voyageurs de stationner en plus grand nombre sur la plate-forme, la Compagnie du Kansas Pacific recouvre les marches situées du côté opposé aux stations d'un plancher amovible, formant une sorte de pont-levis, qui, abaissé, double la largeur de la plate-forme. En l'abaissant, on y fixe simultanément une lisse formant garde-corps.

Souvent le conducteur spécialement chargé de la surveillance de tous les wagons-lits du train, qui, lorsque les wagons sont au com-

plet se tient assis sur un tabouret qu'il place entre les lits, c'est-à-dire dans le couloir central, fait de l'un de ces compartiments son refuge. Dans les wagons qui ont, ainsi que l'indique la figure 3, pl. V, des sièges fixes en dehors de ceux qui se transforment en lits, un de ces sièges est occupé par le conducteur pendant la nuit; ils sont d'une grande utilité pour les voyageurs, le soir et le matin, pendant que l'on opère la transformation des sièges en lits et inversement.

Ainsi que le montrent les figures 1, 2 et 7, pl. V, les dossiers des sièges dans les wagons-lits n'ayant pas $0^m,85$ de haut, les voyageurs ne peuvent pas y appuyer leur tête, inconvénient que nous avons déjà relevé dans les voitures ordinaires et les wagons-salons.

D'autre part, en raison de l'emplacement réservé pour les lits de l'étage supérieur, les glaces ne peuvent pas être relevées, comme dans les wagons-salons, jusqu'au sommet de la paroi latérale; elles n'ont que $0^m,70$ de haut, et leur bord inférieur étant à $0^m,75$ au-dessus du plancher, elles ne peuvent s'élever qu'à une hauteur de $1^m,45$ en totalité. Il est bien certain que la ventilation, si elle ne se faisait que par les glaces serait très insuffisante dans ces conditions; aussi attache-t-on dans les wagons-lits une grande importance à bien disposer les ouvertures dans la lanterne supérieure, et y adapte-t-on généralement tous les appareils reconnus efficaces pour régler et activer la ventilation. Lorsque les rideaux sont baissés, le renouvellement de l'air qui s'opère dans la partie centrale du wagon n'assurerait pas une ventilation suffisante dans les compartiments comprenant les lits, si l'on n'avait soin de ne jamais établir les rideaux de façon à toucher, soit le plancher, soit la toiture du wagon.

Le besoin de pouvoir se reposer la nuit dans les voitures, où les voyageurs passent souvent plusieurs jours et plusieurs nuits de suite, est tellement reconnu, qu'il y a des compagnies de chemins de fer, qui ont construit des wagons-lits spéciaux pour les immigrants.

Nous donnons pl. V, fig. 4 et 6, les dessins d'un wagon-lit pour immigrants; sauf la simplicité, c'est-à-dire l'absence de tout luxe dans les aménagements intérieurs, il ne diffère pas essentiellement des wagons-lits construits par la Compagnie Pullman.

Il va de soi que ces wagons ne renferment pas de compartiments séparés dits «*state rooms*»; mais qu'on y établit le plus possible de lits, tous rangés contre les parois latérales de la caisse.

Voitures pour usages spéciaux.

S'il est permis de donner le nom de voitures de luxe aux wagons-lits et aux wagons-salons, parce que, à la rigueur, quelque peu de confort que présente la voiture à voyageurs ordinaire en Amérique, on pourrait se dispenser de ces voitures spéciales, on doit regarder comme répondant parfois à une véritable nécessité les voitures pour usages spéciaux dont nous allons parler.

Wagons-salles à manger. — Sur les lignes traversant des contrées désertes, où l'on n'a pas créé, ainsi que cela a été fait sur les chemins de fer de l'Union et du Central Pacific, des stations pour y faire prendre les repas aux voyageurs, il existe des wagons-salles à manger.

Le wagon-salle à manger est une voiture dont la caisse est semblable à celle des voitures à voyageurs; mais les bancs, au lieu d'être à dossiers reversibles, sont à dossiers droits et fixes; un même dossier est commun à deux bancs placés transversalement, de manière à fournir des sièges à des personnes se tournant le dos. Dans l'intervalle entre ces bancs se trouve une table. Il n'est généralement affecté qu'une moitié ou les deux tiers de la longueur de la caisse de la voiture à ces salles à manger: l'autre partie du wagon est occupée par la cuisine, qui s'en trouve séparée par un office. Afin d'assurer à ces wagons une marche plus stable, on les fait généralement supporter par des trucks à six roues.

Il y a sept ou huit ans, on pouvait supposer que les chemins de fer ouverts dans des pays nouveaux et non encore habités prendraient le parti d'organiser, au moyen de ces wagons-salles à manger, une sorte de service de table d'hôte. L'accueil peu favorable que trouvèrent ces wagons en arrêta la généralisation, et ce n'est que sur un très petit nombre de lignes toutes récentes qu'on les rencontre encore[1]. Par contre, les wagons-salles à manger ont rendu et rendent encore de grands services pendant la période des travaux, et en particulier lors de la pose de la voie, ainsi que nous l'avons vu, t. I, p. 404.

1. On vient toutefois d'introduire des wagons-table-d'hôte dans les trains express faisant en 26 heures, avec 5 arrêts seulement, le trajet entre New-York et Chicago (1468 kilom.).

Voitures pour le service des postes. — Les wagons du service des postes fournissent un autre exemple de voitures que leur affectation à un usage spécial a conduit à aménager avec un confort tout particulier.

Ces voitures, qui servent à effectuer la réception, le classement, et la distribution de tous les envois par la poste, sont généralement munies de portes latérales, comme les wagons de marchandises, tout en ayant aussi des portes à leurs deux extrémités, comme les voitures à voyageurs. Toutefois, il y en a aussi, et c'est ce qui a lieu sur la ligne de Louisville-Nashville par exemple, qui n'ont que des portes latérales, ce qui permet de mieux utiliser l'espace, et d'empêcher absolument le passage par ces wagons.

Nous donnons pl. VI, fig. 5, 6 et 7, les dispositions du wagon-poste de ce dernier chemin de fer qui peut être considéré comme un des bons types du genre. La caisse de ce wagon a une longueur intérieure de 13^{m},72 et 2^{m},85 de largeur intérieure. La hauteur libre dans l'axe du wagon est de 2^{m},95. Les parois ont environ 0^{m},10 d'épaisseur.

Comme en Europe, les trains-poste desservent beaucoup de stations où ils ne s'arrêtent pas. A cet effet, sur des poteaux placés à l'entrée des stations, on suspend le sac contenant la correspondance. Le wagon de son côté est muni d'une potence pouvant à volonté se rabattre contre la face latérale de la voiture, ou se fixer en saillie sur cette face; cette potence reçoit le sac contenant la correspondance à déposer dans la station traversée. Le poteau de la station portant le sac à prendre est placé de telle sorte, qu'un bras de la potence saillante de la voiture s'engage au passage dans l'anneau de suspension du sac, et l'enlève, tandis que le sac à déposer est, par une disposition analogue, retenu sur le poteau fixe de la station.

Tous les sacs et colis sont reçus dans l'espace libre du wagon, et déposés successivement à la portée des employés placés devant la grande table de triage. Les casiers au-dessus de cette table portent les noms des stations à desservir; l'employé y jette les lettres qui, par des glissières obliques, arrivent dans des sacs attachés à l'arrière. Pour les destinations plus éloignées, pour lesquelles les employés ont plus de temps, le sac subit un nouveau triage qui se fait sur la table placée au fond de la voiture.

Dans l'espace non occupé par les tables de triage, se trouvent le poêle, les cabinets, une toilette et des sièges.

Voiture-bureau. — De tous les services des employés de chemins de fer, c'est celui de l'employé payeur (*pay master*) qui exige pendant le voyage le plus d'assiduité et d'assujettissement. La voiture spéciale affectée à l'agent comptable, chargé de faire la paye sur toutes les lignes et dans toutes les localités d'un même réseau, contient en conséquence toutes les installations : bureau, caisse, lits, etc., nécessaires pour qu'il puisse faire complètement son service sans quitter le wagon.

Nous donnons pl. VI, fig. 1, 2, 3 et 4, les dessins de la voiture-bureau du Louisville-Nashville Railroad. Ce wagon, dont la caisse a $16^m,47$ de longueur et $3^m,02$ de largeur, est divisé en quelque sorte en trois compartiments; celui du milieu renferme quatre lits, les deux autres sont occupés, l'un, par le bureau de l'agent payeur, l'autre, par celui de l'ingénieur de la voie, qui tout en assistant l'agent payeur lors de la paye, profite de sa tournée, pour vérifier l'état de la voie, et pour donner les instructions nécessaires à ses agents disséminés le long de la ligne.

Le bureau de l'agent payeur, où l'on ne peut entrer que sur son appel, est muni d'un coffre-fort, d'une grande table-bureau et d'un certain nombre de sièges. Ce wagon est généralement attaché à la queue du train et placé de telle sorte que le compartiment réservé à l'ingénieur de la voie soit à l'arrière. Pour permettre à cet ingénieur l'inspection de la voie, on a ménagé de grandes glaces à l'arrière du wagon, de part et d'autre de la porte, afin qu'il puisse, même lorsqu'il ne se tient pas sur la plate-forme, bien apercevoir la voie. C'est sur la partie du wagon réservée à l'agent de la voie que sont pris les espaces nécessaires pour loger derrière des cloisons : le cabinet de toilette avec des cabinets d'aisance, le poêle système Baker dont partent les conduites pour le chauffage de la voiture entière, et des armoires pour la literie et le linge des employés.

Des soins tout particuliers sont apportés à mettre les employés bien à leur aise : pour donner plus de stabilité à la voiture, bien qu'elle soit relativement légère, on l'a suspendue sur des trucks à six roues ayant $3^m,05$ d'écartement entre les essieux extrêmes ; pour rendre les variations de la température extérieure moins sensibles à l'intérieur, les côtés du wagon sont formés de parois doubles laissant entre elles un intervalle de $0^m,12$. Les ouvertures des fenêtres peuvent être fermées par des glaces doubles, et de plus il y a des persiennes pour intercepter à volonté la lumière.

Sur les réseaux d'une très grande étendue, il y a aussi des wagons-bureaux pour les voyages des employés supérieurs; ces wagons, aménagés avec un certain luxe, comprennent généralement, en dehors du bureau, un compartiment renfermant des lits et cabinets de toilette, et un compartiment dit salon.

On a même installé aussi sur certaines lignes des États de l'Ouest, des voitures spéciales pour les marchands ambulants et les commis voyageurs, contenant des aménagements pour leurs marchandises, en même temps que pour leur logement personnel. Ces wagons, que l'on pourrait nommer des wagons-boutiques, sont détachés des trains aux stations où les marchands veulent séjourner, et où ils peuvent débiter leurs marchandises sans aucun déplacement ni transport.

Wagons du personnel. — Le personnel des trains de voyageurs trouve, dans les voitures à voyageurs, l'abri dont il peut avoir besoin pendant la marche des trains; ces trains s'arrêtant nécessairement pour les voyageurs aux heures de repas dans des stations qui renferment des restaurants, le personnel peut en profiter pour y prendre ses repas. Il n'en est pas de même pour le personnel des trains de marchandises. Souvent ces trains ne renferment pas de wagons couverts, ou s'il y en a, ils se trouvent généralement chargés de façon à ne pas permettre au personnel du train de s'y loger. Les arrêts de ces trains se règlent sur les besoins du service des marchandises, sans égard pour les convenances du personnel. Ils ont à séjourner fréquemment pendant la nuit sur des voies de garage éloignées des habitations. Aussi bien pour permettre aux agents du train de se nourrir et de se reposer sans quitter le train, que pour suppléer aux guérites qui sont établies en Europe sur les wagons à freins, on attache en général à la queue des trains de marchandises un wagon spécial dit *caboose car* pour le personnel.

Nous donnons pl. VI, fig. 8, 9, 10 et 11, les dessins du wagon du personnel du Pennsylvania R.R. Ce wagon n'est pas, comme le sont en général les wagons américains, monté sur deux trucks; n'ayant que deux essieux et une longueur de 4^m,61 seulement, il se rapproche, plus que tout autre wagon des chemins de fer d'Amérique, du matériel européen, et présente à ce titre un intérêt spécial.

La partie centrale du wagon est surélevée de 0^m,71 au-dessus du toit, pour que le garde frein, qui, pendant la marche du train, y est

installé, puisse dominer le train. De part et d'autre de cette lanterne, le wagon est muni de banquettes, sur lesquelles des lits peuvent être établis pour trois personnes; il renferme en outre un fourneau de cuisine.

Le châssis de ce wagon mesure 6 mètres de long; il existe de part et d'autre de la caisse du wagon des plates-formes sur lesquelles s'ouvrent des portes comme sur les voitures à voyageurs. Ce wagon, étant attaché à la queue des trains à marchandises, porte les signaux qui servent à les couvrir.

Wagons pour bagages et pour messageries. — Il n'y a pas de train de voyageurs sans wagon spécial pour le service des bagages; sur les lignes de banlieue seulement, où les bagages des voyageurs sont de peu d'importance, on se contente souvent de réserver pour ce service un compartiment spécial d'une voiture à voyageurs. Ce compartiment se trouve séparé par une cloison transversale du reste du wagon, dans chacune des faces latérales duquel est ménagée une porte pour faciliter le chargement des bagages dans cette pièce, également accessible par des portes placées dans l'axe du wagon, l'une, donnant sur la plate-forme, l'autre, ouverte dans la cloison qui sépare le compartiment des bagages de celui des voyageurs (pl. XI, fig. 2).

Cette subdivision d'un même wagon en deux compartiments affectés à deux services distincts s'explique par la grande longueur des caisses de wagon supportées par deux trucks. Les ingénieurs américains ont toujours préféré cette solution à celle qui consisterait à placer les bagages dans des wagons de faible longueur et montés sur deux essieux seulement, comme les caboose-cars. Cette répugnance est motivée par leur crainte d'introduire, dans un train de voyageurs marchant à grande vitesse, un véhicule où l'écartement des essieux serait, comme dans le caboose-car, de $2^m,745$, tandis que l'écartement des essieux dans les trucks n'est que de $1^m,83$ au plus.

Il est incontestable que la grande longueur des wagons à bagages est un inconvénient, car il en résulte généralement un rapport très défavorable entre le poids mort et le poids de charge des fourgons à bagage.

Sur la majeure partie des chemins de fer, une des nombreuses compagnies de transport dites *Express-Companies*, qui font le ser-

vice des messageries, a droit à un wagon spécial dans chaque train de voyageurs. Ces compagnies, qui entreprennent le transport à grande vitesse des colis à prendre et à livrer à domicile, ont pour leurs transports des wagons semblables aux wagons à bagages, ce qui est tout naturel, puisqu'ils ont à transporter les mêmes espèces de colis.

Les caisses de ces wagons (*express-cars*), qui ont généralement environ 12 mètres de long, ont à la fois des portes dans l'axe du wagon, qui donnent sur les plate-formes, et, en outre, deux portes latérales. Ces portes latérales, par lesquelles on charge et décharge les colis, ont jusqu'à $1^{m},75$ de largeur, et se déplacent dans le plan même du wagon. Afin de voir clair dans l'intérieur de ces grandes caisses, on ménage, ainsi que cela se fait pour les wagons de messageries du Louisville-Nashville R.R. (pl. VIII, fig. 1), dans les portes latérales, des fenêtres, en prenant les précautions nécessaires, tant pour prévenir la possibilité de l'introduction des voleurs, que pour empêcher les étincelles de la locomotive de pénétrer dans le wagon.

Il va de soi, que les grandes portes latérales empêchent les parois des caisses de faire office de poutres armées, comme dans les voitures à voyageurs. Cet inconvénient, sur lequel nous reviendrons du reste, en parlant des grands wagons à marchandises, a conduit à renforcer par des armatures les poutres longitudinales, et l'on consolide de la même manière le cadre de ces portes latérales. Même lorsqu'il n'y a qu'une seule voiture pour le service des express et celui des bagages, l'utilisation de l'espace offert par ces énormes wagons est loin d'être satisfaisante.

Wagons à marchandises.

Généralités. — Tout d'abord les wagons pour marchandises étaient, comme les premières voitures pour voyageurs, montés sur quatre roues, et ne pesaient qu'environ 3 tonnes. Les avantages présentés par les trucks pivotants supportant les caisses des voitures firent bientôt abandonner le système des wagons à quatre roues, et les wagons à marchandises furent construits avec doubles trucks. Le poids de ces wagons fut d'abord de 6 à 7 tonnes, et ils pouvaient porter de 7 à 8 tonnes. En renforçant certaines parties de ces wagons dont la résistance avait été reconnue insuffisante, on est arrivé à accroître progressivement leur poids propre et à leur faire porter

des charges plus considérables. Il existe aujourd'hui sur certaines lignes, comme le Pennsylvania R.R., des wagons couverts pour marchandises qui pèsent vides de 10 à 11 tonnes, et qui portent jusqu'à 20 tonnes. La même tendance à l'augmentation de la capacité des wagons se retrouve sur la plupart des lignes pour toutes les catégories de wagons à marchandises, sauf, sur quelques-unes, pour les wagons à charbon, que l'on construit souvent encore à quatre roues (pl. X).

Le Baltimore et Ohio R.R. suit pour ses grands wagons à charbon (*Gondola coal cars*), ayant 9m,45 de long, le modèle établi par le Pennsylvania R.R., et leur donne un poids propre de près de 10 tonnes, comportant un chargement de 20 tonnes. Cette compagnie a en outre profité du surcroît de résistance de ses wagons à blé pour en surhausser les parois, de manière a dépasser la charge normale de 14 tonnes pour ces wagons. Le chemin de fer de George's Creek et Cumberland a appliqué un surhaussement analogue à ses wagons à charbon construits en fer, afin de porter la capacité de ses wagons, dont le poids propre n'est que d'environ 8 tonnes, à 15 tonnes.

L'affectation spéciale des wagons à marchandises à certains transports est plus générale en Amérique qu'en Europe, l'abondance considérable de certains produits ayant conduit à approprier à leur transport certains types de wagons.

Rendre le rapport du poids utile au poids mort aussi avantageux que possible, sans compromettre la solidité des wagons, et faciliter à la fois le plus possible le chargement et le déchargement des marchandises, tel est le double but que poursuivent pour chaque type les constructeurs de wagons.

Les wagons affectés au transport du charbon et du minerai sont le plus souvent munis de clapets de fond, ou bien ils sont à bascule pour pouvoir se déverser latéralement. Les wagons chargés de blé en vrac ont des portes latérales faisant office de vannes et pouvant à volonté être abaissées pour faciliter le versement du blé. Les wagons à pétrole, à récipients, consistent, soit dans une chaudière horizontale, soit en plusieurs cuves verticales reposant sur des châssis permettant de vider ces réservoirs par des tuyaux partant de leur point le plus bas. Il n'y a que les marchandises ordinaires chargées dans les wagons couverts, dont le déchargement demeure difficile et par suite coûteux, par ce qu'ils ne se prêtent, ni aux transbordements par grandes masses, ni à l'emploi des moyens mécaniques,

tels que les grues, pour les manipulations. Nous avons vu du reste (t. I, p. 429) que les grues sont rares dans les gares américaines.

Il faut rendre cette justice aux ingénieurs américains qu'ils ne se dissimulent pas les imperfections de cette partie de leur matériel roulant, et qu'ils n'hésitent pas à reconnaître que d'utiles emprunts seraient à faire au matériel des chemins de fer européens. On ne saurait trouver à ce sujet de meilleur témoignage que le discours prononcé à l'ouverture du Congrès des ingénieurs civils à Saint-Louis, le 25 mai 1880 par M. O. Chanute, vice-président de l'association.

M. Chanute reconnaît qu'il y aurait lieu d'imiter plus largement les chemins de fer européens, tant dans la substitution du fer au bois dans les châssis, que dans l'emploi en plus forte proportion pour les transports des wagons ouverts, qu'on abriterait par des bâches, ce qui permettrait de généraliser l'emploi des grues pour les opérations de chargement et de déchargement.

Tout en cherchant surtout à approprier des wagons spéciaux à chaque genre de transport, il y a lieu de constater que les constructeurs des wagons ne perdent pas de vue le grand avantage que présente, pour la construction aussi bien que pour l'entretien, l'emploi de types uniformes pour les divers éléments entrant dans la composition des wagons, en permettant d'exécuter à la machine la majeure partie de ces éléments et de réduire au strict nécessaire, c'est-à-dire presque au travail d'ajustement, la part de la main-d'œuvre. Le sciage, le rabotage, la confection des tenons et mortaises, se font simultanément sur un grand nombre de pièces semblables. On arrive ainsi, non seulement à réduire le prix de la main-d'œuvre, mais encore à obtenir des assemblages bien plus précis que s'il y avait une grande diversité de pièces.

Les avantages ne sont pas moindres pour les pièces en fer que pour les pièces en bois.

Ajoutons que l'uniformité des types rend extrêmement rapide le remplacement des pièces endommagées ; il suffit pour cela d'avoir en réserve dans les ateliers un certain nombre de pièces semblables.

En contribuant ainsi à abréger la durée des réparations, l'uniformité des éléments employés dans la construction des wagons concourt à la bonne utilisation du matériel.

Non moins favorable à cette bonne utilisation est le système qui consiste à faire porter les wagons par des trucks, que l'on peut faci-

lement remplacer en entier par d'autres trucks, dès qu'il y a des réparations à faire aux roues, boîtes, essieux ou ressorts, tandis que pour les wagons à deux essieux, la réparation ou le renouvellement d'une boîte à graisse, d'un essieu ou de tout autre élément du truck, entraîne l'envoi à l'atelier du wagon, et un chômage beaucoup plus long que celui qu'exige le remplacement d'un truck par un autre, cet échange pouvant se faire en dehors des ateliers.

La substitution du fer au bois pour la construction des wagons, bien moins générale en Amérique qu'en Europe, est toutefois plus fréquente pour les wagons à marchandises, que pour les voitures à voyageurs. Sur les chemins de fer qui sont le plus avancés à cet égard, on ne remplace pas seulement les bois formant le châssis des wagons par du fer, mais encore l'usage tend à se répandre d'employer de la tôle pour la construction des wagons couverts. De plus, il y a des usines qui ne font déjà plus que des trucks en fer. Tout d'abord, on a été conduit à substituer le fer au bois pour la construction des wagons exposés à des dangers d'incendie, comme le sont les wagons affectés au transport du pétrole, d'où l'on exclut presque complètement le bois.

Dans les wagons à charbon, après avoir commencé par faire les clapets de fond en fer, on a substitué la tôle au bois pour le revêtement, et l'on est ainsi arrivé à faire les wagons à charbon entièrement en fer, tels que les wagons déjà cités du George's Creek et Cumberland R.R., et ceux que le Baltimore et Ohio R.R. a commencé à employer (pl. VIII, fig. 15 et 16).

Si le fer ne présentait sur le bois le grand avantage de ne pas être sujet comme ce dernier à se dégrader rapidement sous l'influence des intempéries, la supériorité du bois au point de vue de l'élasticité et de la facilité du remplacement aurait créé, il faut le reconnaître, un obstacle sérieux à la vulgarisation des wagons en fer en Amérique, où le bois est encore très abondant et à bon marché.

Les essences de bois, dont on se sert de préférence pour la construction des wagons, sont le chêne blanc et le pin des États du Sud; mais ces bois devenant rares, on en borne souvent l'emploi aux pièces les plus importantes, telles que longerons, traverses du châssis et montants principaux. Pour les autres pièces, on emploie le frêne et le châtaignier; le sapin n'est guère employé qu'au revêtement des parois.

Nous allons passer maintenant rapidement en revue les principaux éléments des wagons à marchandises, sauf à nous arrêter en particulier à certains types de wagons, dont les dispositions offrent un intérêt spécial.

Châssis et trucks. — Tandis que l'on constate qu'en général il est apporté beaucoup de soin à la construction des trucks, particulièrement au point de vue de la suspension, pour atténuer les secousses provenant des inégalités de la voie, on a lieu souvent d'être surpris du peu de précautions prises pour amortir les chocs résultant du démarrage, de l'arrêt ou de la vitesse inégale de marche, que la construction par trop primitive des appareils d'attelage est peu propre à prévenir; aussi les châssis doivent-ils présenter une grande solidité.

Le châssis de tous les wagons à marchandises est généralement construit de la même manière. Entre les deux poitrails, se trouvent le plus souvent six, rarement cinq ou quatre longerons placés de champ; les traverses, également placées de champ, sont assemblées à tenon et mortaise, parfois aussi à mi-bois avec les longerons. Cet assemblage, sans amoindrir la résistance qu'oppose le châssis en bois aux efforts de compression, réduit sensiblement sa résistance aux efforts de traction. Aussi les poitrails sont-ils réunis par des barres ou tirants en fer que l'on applique généralement contre les deux longerons de la partie centrale, ceux qui reçoivent le plus directement les efforts exercés par l'attelage. Toutefois les barres d'attelage, qui se terminent par le tampon central servant en même temps à l'accrochage des voitures, ne se prolongent pas toujours sur toute la longueur des wagons; alors le châssis doit pouvoir résister non seulement aux efforts de compression, mais aussi aux efforts de tension. En pareil cas les deux tirants qui relient les deux poitrails font office de barres de tension. Les efforts de tension sont transmis par les premières traverses, contre lesquelles sont fixées les barres d'attelage, aux poitrails et par eux aux tirants renforçant les longerons.

Les attelages n'ont généralement qu'un faible jeu. Pour que, lors de chocs très violents, les barres d'attelage ne subissent pas des efforts trop considérables, on place souvent des tampons de garde de part et d'autre de l'attelage (pl. IX, fig. 2 et 17). Ces tampons, qui ne sont que des butoirs en bois appliqués contre chacun des

poitrails, n'entrent en jeu qu'après que les tampons centraux ont subi une certaine compression. Ils ne présentent donc pas tous les inconvénients du système des deux tampons excentriques; par contre, ces butoirs de réserve, quoique leur écartement d'axe en axe soit souvent réduit à 0m,76, exposent les ouvriers chargés du service de l'attelage à des dangers qu'ils ne courent pas avec des wagons sans tampons latéraux. Sur les wagons à charbon que l'on manœuvre dans les gares de triage, en les abandonnant sur des pentes (*by gravity*), et qui, arrivés sur les voies auxquelles ils sont destinés, s'arrêtent en venant heurter contre d'autres wagons ou contre des butoirs établis *ad hoc*, il a été reconnu indispensable d'établir des tampons en bois, rattachés directement aux poitrails afin de ménager les attelages (pl. X, fig. 1 à 11).

Dans les wagons à charbon, ce sont généralement ces butoirs placés de part et d'autre de l'attelage qui subissent tous les chocs; aussi les barres d'attelage de ces wagons se terminent-elles, comme nous le verrons tout à l'heure, en parlant des autres wagons, non par une tête faisant fonction de butoir, mais seulement par un crochet d'attelage.

L'appareil d'attelage le plus répandu pour les wagons à marchandises est l'appareil dit *Bullhead*, représenté pl. VII, fig. 5 et 8. Les barres d'attelage se terminent par un plateau légèrement bombé, et percé en son milieu d'un trou suffisamment grand pour qu'un chaînon puisse y passer avec beaucoup de jeu. Ce chaînon est maintenu dans le tampon par une broche placée verticalement et passant à travers la tête de la barre d'attelage.

Cette broche qui, par des chocs violents en route, et plus souvent encore pendant la formation des trains, est exposée à se perdre, devrait être rattachée par une petite chaîne au wagon; mais le plus souvent on omet cette précaution. La hauteur donnée au tampon, qui n'est souvent que de 0m,15, indique clairement que le jeu des ressorts est très limité et que la hauteur du plancher des wagons au-dessus du niveau des rails varie fort peu.

Le passage des wagons d'une Compagnie sur les lignes d'une autre est si fréquent et se fait sur une si grande échelle[1], qu'une règle générale au sujet de la hauteur des attelages au-dessus du

1. Sur le Boston Albany R.R. passent des wagons d'environ 300 différentes compagnies de chemins de fer ou de matériel de chemin de fer.

niveau des rails était absolument nécessaire. L'association des constructeurs de wagons, qui a déjà rendu de très grands services par ses efforts pour amener une certaine uniformité dans la construction des wagons, a proposé $0^m,84$ pour la hauteur normale à donner au centre de l'attelage au-dessus du niveau des rails.

Les différences de charges, la fatigue plus ou moins grande des ressorts et la faible variation que comporte la hauteur de l'attelage, pourraient néanmoins donner une certaine gravité aux accidents résultant d'une inégalité des tampons en cas de choc. Afin de les prévenir, on interpose souvent entre les wagons une pièce de bois additionnelle portant le nom de *dead wood*, qui constitue l'un des éléments amovibles des wagons faisant un service de transit.

Les trucks des wagons à marchandises sont construits suivant les mêmes principes que ceux des wagons à voyageurs, avec cette seule différence, que tous les éléments sont plus rustiques et que l'assemblage est plus simple. Nous donnons pl. VII, fig. 9 à 13, la disposition d'un truck à quatre roues d'un wagon à charbon du Louisville-Nashville R.R., et pl. IX, fig. 11 à 15, celle d'un truck à quatre roues d'un wagon à marchandises du Pennsylvania R.R.

Ainsi qu'on le voit, le Louisville-Nashville R.R. construit encore en bois le châssis des trucks de certains wagons, tandis que le Pennsylvania R.R. a remplacé les longerons en bois par des fermes en fer. Ce mode de construction est, du reste, devenu très fréquent, et le chemin de fer de Louisville-Nashville, que nous citons pour les trucks à châssis en bois, compte aussi un nombre considérable de wagons à marchandises montés sur des trucks construits en grande partie en fer, semblables à ceux du Chicago, Burlington et Quincy R.R. (pl. VII, fig. 1 à 4) et du Central Pacific R.R. (pl. VII, fig. 5 à 8). Les roues sont toujours en fonte en coquille, les essieux, en fer.

Caisse (*Box*). — Ainsi que le montrent les figures 1, 3, 5 et 8, pl. VII, et la figure 4, pl. XI, la caisse des wagons couverts s'étend sur toute la longueur du châssis; sur certains chemins de fer, les poitrails du châssis ne sont pas entièrement recouverts par la caisse (pl. XI, fig. 3 et 5), ce qui fait que la différence de longueur de la caisse et du châssis est alors de $0^m,50$ environ. Les tampons, c'est-à-dire les têtes des attelages, dépassent d'environ $0^m,20$ le poitrail; il y a donc une distance d'environ $0^m,90$ entre les faces de tête des caisses de deux wagons couverts à marchandises juxtaposés.

La manœuvre des freins, dont chaque wagon de marchandises est muni, peut être faite par un agent monté sur une échelle fixe adaptée contre les faces de tête de chaque wagon, sans danger pour sa sécurité.

Sur les wagons couverts de certains chemins de fer, comme le Pennsylvania R.R., la manœuvre des freins peut se faire à chaque extrémité du wagon ; d'un côté, la roue de manœuvre est horizontale et dépasse le niveau du wagon ; de l'autre côté, c'est l'axe de la roue de manœuvre qui est horizontal, et l'agent serrant le frein se trouve garé entre les wagons.

La charpente de la caisse se compose de montants verticaux et de contre-fiches reportant les charges vers les traverses maîtresses, situées au-dessus des centres des trucks. Les ouvertures de la caisse sont placées dans les faces latérales à mi-longueur, et les portes qui les ferment se déplacent dans leur plan même, en roulant dans des coulisses. Ces grandes ouvertures, nécessitant une interruption de l'ossature des parois latérales, entraînent l'application d'une armature contre les longerons extérieurs du châssis.

En renvoyant aux pl. VI, VII, VIII, IX et XI et au tableau que l'on trouvera plus loin, nous croyons pouvoir nous dispenser d'entrer dans d'autres détails, au sujet des dimensions données tant aux caisses qu'aux autres parties de ces wagons.

Wagons couverts pour marchandises. — Les wagons couverts pour marchandises (*Box freight cars*) sont très répandus, et d'un emploi d'autant plus général sur les chemins de fer en Amérique, que contrairement à ce qui se fait sur les chemins de fer en Angleterre, l'emploi des wagons ouverts abrités par des bâches en toile goudronnée n'y est pas encore entré dans la pratique. Sous ce rapport, l'analogie est plus grande avec les chemins de fer du continent européen, qu'avec les chemins de fer anglais. Ce fait nous paraît devoir être attribué à la longueur relativement plus considérable des parcours des wagons de marchandises et à la rigueur plus grande du climat.

Remarquons en passant, que, si la circulation le long du train est bien plus facile dans les trains de voyageurs en Amérique qu'en Europe, c'est l'inverse pour les trains de marchandises. Il n'y a en effet pour circuler d'un bout à l'autre d'un train en marche, composé de wagons à marchandises couverts, qu'une planche centrale ré-

gnant sur toute la longueur de la toiture de ces wagons; les échelles fixes à barreaux en fer rond qui se trouvent en général sur leurs faces de tête servent à la fois pour arriver aux freins et pour monter sur cette planche. Quelquefois on rencontre également au milieu de chaque paroi latérale une échelle semblable conduisant jusqu'à la toiture du wagon. On comprend que ce n'est qu'avec des vitesses très faibles que le personnel peut se risquer sur ces planches, dont la largeur n'est que d'environ 0m,50 et qui, de wagon à wagon, présentent des lacunes de 0m,40 à 0m,90.

Il y a lieu d'être surpris que les Compagnies américaines qui mettent tant de soin à abriter sur la locomotive, le mécanicien et le chauffeur, et qui ouvrent libéralement toutes les voitures des trains à voyageurs aux conducteurs et garde-freins, ne fournissent même pas aux garde-freins des trains de marchandises cette petite guérite, abri bien peu confortable, du reste, où ils se tiennent en Europe. Le garde-frein, pour serrer le frein au moyen de la roue de manœuvre qui surpasse le toit du wagon (pl. VIII, fig. 4), s'assied sur le toit et trouve un marchepied fixé contre la face du wagon; avec la disposition adoptée à l'autre extrémité du wagon couvert pour marchandises sur le Pennsylvania R R., il peut se tenir debout sur la petite plate-forme formée par le poitrail. Ni dans l'un, ni dans l'autre cas, il ne se trouve commodément installé pour exercer un effort considérable. En tout cas, au point de vue du bien-être des agents chargés du service des freins, on ne peut que déplorer une pareille disposition.

Disposition intérieure des wagons. — Pour les marchandises ordinaires, l'intérieur des wagons ne présente rien de particulier. C'est seulement en vue de certains transports de marchandises, que les wagons reçoivent des aménagements spéciaux sur les lignes à grand trafic. C'est ce qui a lieu par exemple sur celles de ces lignes, où la variété des wagons couverts est considérable, et où ils présentent des dispositions particulières pour chaque classe de marchandises au transport desquelles ils sont particulièrement affectés; nous citerons par exemple : 1° les wagons à bétail; 2° les wagons à blé; 3° les wagons à fruit; 4° les wagons réfrigérants pour le transport des marchandises qui doivent être maintenues à une température basse et constante; 5° les wagons à chaux.

Il y a cependant certaines compagnies, comme celle du Central

Pacific, qui ont des wagons couverts pour marchandises, susceptibles d'une assez grande variété d'utilisation. Ainsi que cela se voit pl. VII, fig. 5, 6, 7 et 8, le wagon à usages variés (*combination freight car*) est muni d'ouvertures pour la ventilation et l'éclairage dans la partie supérieure, et, dans la partie inférieure, d'ouvertures également grillées et susceptibles d'être closes par des volets tout près du plancher, afin de pouvoir à volonté servir aussi au transport du bétail.

S'il s'agit de transporter des moutons, des porcs ou d'autre bétail de faible hauteur, un plancher établi à mi-hauteur permet l'utilisation la plus complète du wagon.

Pour faciliter le chargement et le déchargement, ce wagon est muni, indépendamment des portes ouvertes dans les faces latérales, de portes dans les faces de tête, pour le chargement en bout; de plus, des clapets s'ouvrant dans le toit permettent, soit d'activer la ventilation, soit d'introduire par le haut de la nourriture pour les bestiaux, si ce sont des transports de ce genre auxquels le wagon est affecté, soit de verser par des coulisses des grains dans le wagon.

On ne peut se défendre de penser, que ce wagon, construit pour les usages spéciaux les plus variés, ne soit devenu par cela même beaucoup plus compliqué, ce qui en augmente à la fois le poids mort, le prix de construction, et les dépenses de réparation. On comprend toutefois que la grande longueur et la capacité considérable des wagons à marchandises à huit roues forcent les compagnies, qui n'ont pas un trafic assez considérable pour assurer un bon emploi de wagons affectés spécialement à certaines espèces de marchandises, de rechercher la possibilité d'affecter les mêmes voitures à plusieurs destinations.

Wagons à bétail (*stock cars*). — Les wagons pour le transport du bétail étaient autrefois à parois pleines (*Box stock cars*); mais la mauvaise ventilation de ces wagons présentait des inconvénients auxquels on ne paraît suffisamment, ni par des clapets établis dans la partie supérieure des caisses, ni par la fermeture incomplète des portes latérales; aussi les wagons à bétail à claire-voie (*slat stock cars*), (pl. XI, fig. 5), tendent-ils à se généraliser.

Le revêtement à claire-voie de ces caisses est fixé aux faces intérieures des pièces formant la charpente des caisses. La toiture reste

la même que pour les wagons couverts ordinaires. Il est certain qu'en hiver et par les grands froids ces wagons présentent des inconvénients; mais leurs avantages en temps ordinaire sont incontestables.

Suivant qu'il s'agit de transporter des bêtes à cornes ou du petit bétail, comme des porcs ou des moutons, ces wagons sont, ainsi qu'il vient d'être dit, sans subdivision dans le sens de la hauteur, ou bien munis d'un plancher intérieur.

Autrefois, les wagons dans lesquels on transportait le bétail ne présentaient aucune disposition spéciale pour pouvoir l'abreuver et le nourrir; vu la grande perte de temps qui résulte du déchargement et du rechargement du bétail, on évitait ces opérations qui étaient pourtant essentielles. Il arrivait ainsi que les malheureuses bêtes une fois entassées dans un wagon y restaient sans nourriture aucune jusqu'à leur arrivée à destination [1].

Cette cruauté attira l'attention du Congrès, et il existe aujourd'hui des lois fixant pour ces voyages des limites de parcours au delà desquelles les bestiaux doivent être soit abreuvés, soit nourris.

Pour pouvoir nourrir et abreuver le bétail en route, il y a intérieurement des crèches ou des auges régnant sur une partie ou sur la totalité de la longueur des wagons. On ne donne du reste pas souvent de nourriture en route. L'abreuvage est plus impérieux, aussi y a-t-il des dispositions spéciales pour faciliter cette opération. Certains wagons à bétail sont munis de conduites partant d'un grand entonnoir établi soit sur le milieu du toit, soit à l'une des extrémités, et conduisant aux diverses auges. C'est au moyen des grues à eau du service des locomotives, que l'on fait arriver l'eau dans ces wagons qui sont successivement conduits sous ces appareils.

Les dimensions et le mode de construction de ces wagons ne diffèrent pas de ceux des wagons couverts en général; mais l'addition des conduites et des auges ou crèches augmente le poids et le prix du wagon. Sur le chemin de fer de Pennsylvanie qui a fait construire

1. Sur le trajet de Chicago à Pittsburg, qui est d'environ 750 kilomètres, et que les trains à bestiaux ne parcouraient jamais en moins de 36 à 42 heures, les bestiaux n'étaient ni nourris ni abreuvés. En ajoutant le temps écoulé depuis la dernière alimentation avant l'embarquement jusqu'au moment où ces animaux pouvaient être de nouveau nourris et abreuvés, on arrive à un nombre bien plus élevé d'heures de torture.

des wagons pour le transport du bétail pourvus de tous les perfectionnements, tels que conduites d'eau et crèches pouvant tourner autour d'axes horizontaux pour pouvoir être vidées et nettoyées, on a constaté que le poids d'un wagon s'en trouvait augmenté de 900 kilogrammes.

Les plus grands wagons à bestiaux peuvent en général contenir 14 têtes de gros bétail sur la voie normale, et 9 sur la voie de $0^{m},915$, et 20 ou 16 têtes de petit bétail par étage de wagon, suivant qu'il s'agit de l'une ou de l'autre voie.

Wagons à grains (*grain cars*). — Les wagons à grains ne diffèrent en général des autres wagons couverts que par de plus grands soins apportés à la bonne exécution du revêtement intérieur, destiné à prévenir les pertes qui se produiraient par les joints par suite de l'usage très général, de l'expédition, non en sacs, mais en vrac, et par la construction particulière des portes. Les portes des wagons à blé, jouent en effet un double rôle. Tant que le wagon est chargé, elles doivent assurer une étanchéité parfaite, et lors du déchargement, elles font office de vannes pour le versement des grains.

En général, les portes sont doubles. La porte extérieure est une porte ordinaire, se déplaçant par glissement dans son propre plan. La porte intérieure est moins haute ; elle est à deux battants tournant autour de tringles verticales et pouvant s'ouvrir vers l'intérieur. Lorsque le wagon est chargé, ces battants ne peuvent s'ouvrir ainsi ; on les fait alors monter, guidés par les tringles ; en les faisant monter plus ou moins, on fait varier la rapidité de l'écoulement du blé renfermé dans le wagon.

On s'est beaucoup appliqué en Amérique à perfectionner ces portes (*grain doors*), et le nombre des constructeurs ayant pris des brevets pour leur meilleur système de construction est très considérable ; on s'écarte peu toutefois de celui que nous reproduisons pl. VII, fig. 1.

Wagons à fruits et à lait (*fruit and milk cars*). — Les wagons à fruits sont, ainsi que les wagons à lait, des wagons couverts ordinaires, mais qui, en raison de leur destination spéciale, sont munis à l'intérieur de tablettes espacées suivant les dimensions normales des paniers ou des brocs dans lesquels se fait le transport des fruits ou du lait.

Les fruits ne constituant un article de transport important[1] que pendant quelques mois de l'été, les tablettes divisant le wagon dans le sens de la hauteur sont amovibles. Cette mobilité est d'autant plus nécessaire, que les fruits des diverses saisons ne se trouvent pas emballés dans des caisses ou paniers de même hauteur, et il en est qu'il faut absolument éviter d'entasser.

Les distances auxquelles on expédie des fruits frais sont très grandes, et conduisent les Compagnies de chemins de fer faisant sur une grande échelle le transport des fruits frais à former des trains spéciaux marchant avec une vitesse assez considérable. Malgré la précaution d'expédier le soir les wagons chargés de fruits, on ne peut éviter à cause de la longueur du parcours de les faire voyager de jour, c'est-à-dire pendant la chaleur. On doit donc, pour certains fruits, attacher une importance spéciale à la bonne ventilation des wagons, et plus encore à l'établissement d'une toiture double pour éviter l'élévation de la température intérieure du wagon par l'action du soleil.

Pour le transport du lait qui se fait pendant toute l'année, les récipients ayant tous la même forme et les mêmes dimensions, les wagons affectés à ce transport présentent des installations fixes, qui du reste ne diffèrent guère de celles pour le transport des fruits.

Wagons réfrigérants (*refrigerator cars*). — Les wagons réfrigérants ont été introduits surtout en vue du transport de la viande fraîche à de grandes distances. Le transport du bétail vivant ne permettant pas en effet une utilisation complète de la capacité des wagons et obligeant d'interrompre le voyage, dès que les distances deviennent un peu longues, est d'autant moins avantageux com-

1. Pour donner une idée de l'importance des transports de fruits frais, nous citerons l'exemple du chemin de fer de Philadelphie, Wilmington et Baltimore qui a eu à transporter en 1875 environ 65 400 tonnes de pêches fraîches, ce qui représentait 4 538 600 paniers contenant chacun de 50 à 100 pêches. Ce transport s'est effectué par 9077 chargements complets de wagons. Les wagons destinés à ce transport étaient divisés en quatre étages.

Indépendamment des pêches, ce même chemin de fer a transporté dans la même année 11 150 tonnes d'autres fruits frais, et dans un seul jour il a expédié 90 chargements complets de fraises pesant 654 tonnes. La fabrication des caisses ou paniers servant à contenir les fruits a donné lieu à la création d'établissements spéciaux munis de machines-outils particulières. Grâce à ces procédés mécaniques, un panier pouvant contenir de 50 à 100 pêches ne coûte que 35 centimes.

paré au transport de la viande abattue, qu'une fraction considérable du poids d'une pièce de bétail se trouve être de peu, sinon de nulle valeur.

Mais, pour pouvoir expédier de grandes quantités de viande fraîche, il ne suffit pas d'avoir le matériel roulant, c'est-à-dire des wagons construits de façon à maintenir toujours à l'intérieur une basse température, il faut encore avoir, au départ et à l'arrivée, des magasins dans lesquels on puisse réaliser les mêmes conditions de température que dans les wagons. C'est pour ce motif que des compagnies spéciales possédant de ces magasins et fournissant les wagons réfrigérants, dont l'emploi est surtout appliqué aux transports de viande fraîche, se sont fondées en Amérique.

Les wagons réfrigérants sont munis de parois épaisses, remplies de matières isolantes, bourre ou feutre; ils renferment une provision de glace avec laquelle l'air intérieur du wagon est en contact, et dont l'eau de fusion ne s'écoule que par un siphon arrêtant toute introduction d'air du dehors. Le renouvellement de l'air peut être obtenu à volonté, et il se fait en obligeant l'air introduit à passer par-dessus les couches de glace.

La coupe transversale (pl. II, fig. 17) d'un wagon réfrigérant appartenant à la compagnie des wagons Tiffany, montre les dispositions adoptées par cette compagnie. L'aspect extérieur de ces wagons ne diffère guère de celui des wagons couverts ordinaires (pl. XI, fig. 4).

Ces wagons ont des parois isolantes comprenant quatre intervalles remplis d'air emprisonné, fermés par des cloisons en bordages minces contre lesquelles est fixé du feutre mou.

Les lignes noires représentent dans la figure 17, pl. II, les coupes du feutre.

L'espace ménagé entre l'enveloppe extérieure et le toit du wagon est divisé de manière à former des canaux s'ouvrant à l'air libre. En été, l'air échauffé par les rayons du soleil s'échappe par ces canaux, lorsque le wagon est en marche : par contre, en les bouchant en hiver, l'air emprisonné dans cet intervalle constitue une enveloppe isolante additionnelle. Les wagons ainsi construits portent le nom de *Summer and Winter cars*, c'est-à-dire wagons d'été et d'hiver.

Grâce à l'efficacité de ce système d'isolement, la consommation de glace employée en été pour abaisser à un degré déterminé la

température est très réduite, de même que le danger de voir en hiver la gelée pénétrer dans l'intérieur du wagon. Ce danger serait même écarté d'une manière absolue, si l'on en croit les constructeurs. La consommation de glace en été est d'autant plus faible, que les marchandises introduites dans ces wagons y arrivent généralement à une basse température au sortir des magasins réfrigérants.

Les dispositions particulières que nous venons de décrire peuvent être appliquées à tous les wagons couverts. Y compris les droits de brevet, l'aménagement particulier que comporte un wagon réfrigérant occasionne une augmentation de dépense de près de 1000 francs, soit environ 40 pour 100 du prix de revient d'un wagon couvert ordinaire.

La glace est renfermée dans un réservoir à claire-voie en bois qui règne sur toute la longueur de la partie supérieure du wagon. Ce réservoir est porté par de fortes traverses soutenues par des montants en fer. Des feuilles de tôle sont placées sous le réservoir à glace pour faire écouler l'eau résultant de la fusion de la glace vers deux rigoles longitudinales. Sous ce fond de tôle, on établit une seconde toiture disposée de façon que les eaux de condensation qui s'y précipitent soient ramenées également dans les rigoles longitudinales, dont le contenu se vide par des siphons. Cette précaution pour se débarrasser de l'eau de condensation a été reconnue très utile[1] à la suite d'un commencement de décomposition provoquée par la chute des produits de cette condensation sur des quartiers de viande.

Il importe aussi que l'air du wagon soit renouvelé dans une certaine mesure. L'admission de l'air se fait au moyen de tubes horizontaux, débouchant dans la face de tête du wagon. Ces tubes sont logés dans la caisse à glace, tandis que les tubes d'évacuation de l'air débouchent dans l'intervalle ouvert compris entre la face extérieure et la première cloison. Des registres permettent de régler à volonté et l'admission et l'évacuation de l'air.

Disons encore que la viande est suspendue par l'intermédiaire

1. Des transports de viande fraiche exigeant environ quinze jours ont pu se faire en été dans des wagons du système Tiffany, de Denver (Colorado) à Philadelphie, c'est-à-dire sur plus de 3800 kilomètres sans que la viande éprouvât la moindre altération.

de cordes et de goujons en bois à des crochets en fer, de manière à éviter tout contact avec le fer.

Des soins particuliers sont apportés à la bonne fermeture des portes latérales, qui, comme dans tous les wagons couverts, sont des portes roulantes.

Parmi les divers systèmes de wagons réfrigérants, nous citerons encore celui de Wickes, qui a cela de particulier que le réservoir de glace se trouve à l'une des extrémités du wagon, et que l'air enfermé dans le wagon est mis en circulation permanente, et forcé de traverser la glace par un ventilateur placé à l'intérieur de la caisse. Le ventilateur reçoit son mouvement des essieux du wagon. Dans ces wagons, l'air n'est pas renouvelé; il est constamment ramené au réservoir à glace.

Wagons à chaux (*lime cars*). — Les wagons pour le transport de la chaux sont naturellement peu nombreux, et si nous en parlons ici, c'est pour appeler l'attention sur la construction particulière donnée à ces wagons sur le chemin de fer du North Pennsylvania, le long duquel se trouvent de nombreux fours à chaux. La toiture de ces wagons est en forme de double pupitre, c'est-à-dire en pente très prononcée vers les deux côtés; dans chacun des deux versants, se trouve un panneau pouvant se relever autour d'une charnière placée contre la poutre du sommet. Le chargement se fait par les clapets du toit, ce qui permet de se servir de glissières ou trémies pour le chargement. Pour faciliter le déchargement, il y a dans les faces latérales des portes tournant autour de charnières horizontales qui coïncident avec les arêtes supérieures des portes.

Ces wagons sont en général à deux essieux seulement, c'est-à-dire qu'iis n'ont, ainsi qu'un grand nombre de wagons à charbon et à minerai, qu'une faible longueur, ce qui réduit leur capacité et par suite la durée de leur chargement et de leur déchargement, et permet de faire des transports moins considérables, tout en les faisant par chargements complets.

Wagons découverts pour marchandises (*open and flat cars*). — Les marchandises que l'on transporte sur des wagons non couverts ne sont guère que des matières ne craignant ni la pluie, ni la gelée, car, ainsi qu'il a été dit, on ne regarde pas en Amérique comme

suffisant sur les chemins de fer l'abri procuré par des bâches imperméables.

Les wagons affectés au transport des pierres, des bois et autres pièces de gros volume, ne présentent souvent d'autre saillie au-dessus du niveau du plateau que la tige supportant la roue servant à manœuvrer les freins; ces wagons plats (*flat cars*) sont en général montés sur deux trucks à deux essieux (pl. VIII, fig. 11 et 12, et pl. XI, fig. 7). Les plateaux des wagons ayant de 9 à 10 mètres de long, les pièces de bois et autres objets de grande longueur, qui en Europe exigeraient le chargement sur deux wagons accouplés et munis de chevalets tournant autour d'axes verticaux, peuvent être chargés sur un seul wagon.

Pour le transport de pièces très lourdes, comme les gros blocs de pierre, les canons de fort calibre, ou les pièces de machines, forçant de dépasser le quadruple de la charge admise par essieu de truck, c'est-à-dire pesant plus de 20 tonnes, on a sur certaines grandes lignes des wagons plats reposant sur huit essieux. Dans ce cas, les trucks sont réunis deux à deux sous des plateaux communs munis de chevilles ouvrières, qui viennent s'engager dans les traverses-maîtresses du plateau du wagon. L'interposition de ce plateau de transmission entre les trucks et le plateau du wagon conduirait à donner au niveau du plateau une trop grande élévation au-dessus du niveau du rail, si l'on n'employait pour ce système de wagons à 16 roues des roues de diamètre moindre (pl. VIII, fig. 13 et 14).

Des étriers, fixés contre les faces latérales des wagons plats, permettent d'y fixer des montants destinés à empêcher que les objets chargés sur les plateaux ne viennent à tomber. Ces montants servent souvent à maintenir en place des bordages en madriers formant une caisse de 0m,50 à 0m,80 de haut; les wagons de ce genre désignés par le nom de *gondola cars* sont très répandus.

Wagons à clapets (*hopper cars*). — Les wagons ouverts munis de clapets de fond sont d'un usage très fréquent, car ils se prêtent aux transports les plus variés. C'est surtout le cas pour les wagons dont les clapets de fond sont au niveau du plateau, comme on le voit pl. IX, fig. 1 à 5.

Dans les cas où les matières chargées sur ces wagons doivent être déchargées par les clapets de fond, ils exigent toutefois plus

de main-d'œuvre pour l'approche de ces matières vers l'ouverture ménagée dans le fond, que si des plans inclinés les conduisaient vers l'ouverture. Pour les transports de matières dont le déchargement se fait exclusivement par le fond, ainsi que pour le gravier, le ballast, les minerais et les charbons, on préfère donc les wagons à clapets de fond logés dans une trémie, ainsi que l'indiquent les figures 16 à 19, pl. IX.

Dans les uns comme dans les autres, la rigidité de la plate-forme exigeant la continuité de toutes ou presque toutes les pièces longitudinales du plateau, il en résulte des inconvénients pour le déchargement par les clapets de fond. La manœuvre de ces clapets se fait par les faces latérales du wagon. L'arbre qui commande au moyen de chaînes la manœuvre des clapets se trouve au niveau du fond, ce qui, pour des matières autres que celles qui peuvent se décharger par le fond, présente l'avantage de ne pas créer d'obstacle ou de sujétion pour le chargement, tandis que pour le déchargement de matières telles que le gravier, il peut résulter, de cette disposition rendant inaccessibles les chaînes de retenue des clapets, des difficultés en cas d'un engorgement autour de ces chaînes.

En général, ces wagons découverts sont montés sur deux trucks semblables à ceux des wagons couverts (pl. IX et pl. XI, fig. 8 et 9).

Les wagons à charbon à clapet de fond en fer (*iron coal-hoppers*) du chemin de fer de Baltimore-Ohio, ont la disposition représentée pl. VIII, fig. 15 et 16.

Ce sont en quelque sorte trois tonneaux en fer enchevêtrés l'un dans l'autre et formant trois compartiments dont chacun a un fond en entonnoir fermé par le bas par un clapet. Cette caisse en tôle a trois divisions, et repose sur un fort châssis en bois.

Le diamètre commun de ces trois tonneaux est de $2^m,13$, il se terminent en bas par une trémie aboutissant à l'orifice des clapets, qui ont $1^m,07$ de diamètre. La hauteur des tonneaux formant récipients est de $0^m,915$.

Chaque wagon pesant vide $4^t,8$ peut recevoir $3^t,3$ dans chaque compartiment extérieur et $2^t,4$ dans le compartiment central, soit 9 tonnes en totalité.

Les clapets de fond des trémies latérales ne se prêtant pas à la construction habituelle des trucks, toute la charge est transmise à des balanciers reposant sur les deux boîtes à graisse voisines, ces

balanciers sont rattachés aux poutres longitudinales par un système de suspension présentant un certain jeu, ce qui procure avec la faible longueur des wagons une flexibilité plus que suffisante.

Wagons à mouvement de bascule (*dump cars*). — Nous donnons pl. IX, fig. 6 à 10, les dessins d'un de ces wagons à quatre essieux du chemin de fer de Pennsylvanie, qui sert en particulier pour le transport du ballast. Ce wagon (*gravel dump car*), dont la caisse a intérieurement une longueur de 5 mètres et une largeur de $2^m,25$, est muni de bordages faisant une saillie de $0^m,41$ sur le plancher. Le système de construction est tel qu'on peut faire pivoter la caisse à volonté de l'un ou de l'autre côté. Cette caisse se trouve soutenue, ainsi que le montrent les dessins, par des tasseaux fixés au-dessus du cadre du châssis qui relie les deux trucks, et qui n'a que $1^m,25$ de largeur extérieure.

Il va de soi que les attelages, les tampons et les freins sont rattachés à ce châssis. La manœuvre des freins se fait d'un seul côté, mais les freins s'appliquent aux roues des essieux intérieurs des trucks, c'est-à-dire aux deux trucks à la fois.

Ces wagons à bascule présentent l'avantage de faciliter le déchargement même en dehors de toute installation spéciale, et de permettre le déversement soit à droite, soit à gauche (pl. XI, fig. 10). Pour le transport du ballast, on ne peut guère se servir de ce système de wagon, que sur les lignes à double voie, car celles à voie unique ne présentent pas une largeur de plate-forme suffisante pour pouvoir y verser le ballast. Ils sont plus avantageusement employés avec certaines modifications dans les travaux de terrassement. Il suffit en effet de pouvoir donner une inclinaison assez forte au fond de la caisse pour pouvoir vider complètement le wagon sans le secours d'aucune main d'œuvre, tandis que les wagons à clapets de fond, lors même qu'ils seraient à trémies, sont toujours exposés à donner lieu à des engorgements.

Wagons à pétrole (*oil or tank cars*). — Malgré l'établissement des conduites par lesquelles le pétrole est amené des lieux de production aux ports d'embarquement (t. I, p. 431), son transport par chemin de fer n'a pas cessé d'être d'une grande importance.

Autrefois on se servait pour le transport du pétrole de wagons qui ressemblaient, jusqu'à un certain point, aux *iron coal-hoppers*

du chemin de fer de Baltimore-Ohio dont nous avons parlé ci-dessus (pl. VIII, fig. 15 et 16). C'étaient des wagons plats sur lesquels étaient établis des cuves en tôle.

Les cuves étaient munies de robinets de vidange placés dans le fond et elles étaient fermées par des couvercles pour empêcher toute déperdition en route.

Malgré la division du réservoir en trois compartiments indépendants, les oscillations de la surface du liquide lors du passage des wagons par les courbes présentaient des inconvénients sérieux qui firent abandonner ce système de wagons.

Les wagons à pétrole dont on se sert à présent sont des wagons plats sur lesquels sont fixées horizontalement des chaudières régnant sur toute la longueur du wagon, et munies au milieu d'un dôme (pl. XI, fig. 6). On remplit les chaudières de pétrole jusque dans le dôme, afin que les secousses ne fassent pas changer sensiblement la position du centre de gravité du wagon chargé; on ne remplit toutefois jamais entièrement le réservoir du wagon, pour que la dilatation puisse se faire sans danger pour la chaudière. Pour vider les chaudières, il se trouve à l'aplomb du dôme un tuyau de vidange, muni d'un clapet dont la tige de manœuvre est accessible du haut du dôme, qui est fermé par un couvercle en fonte.

Comparaison des wagons américains avec les wagons européens. — Les descriptions des divers wagons tant pour le service des voyageurs que pour le service des marchandises, qu'on vient de lire, montrent suffisamment les grandes différences qui existent entre le matériel de transport employé sur les chemins de fer américains et celui de nos lignes.

Nous avons réuni dans le tableau ci-après les données principales relatives aux wagons à voyageurs et à marchandises américains et français, dont la comparaison à divers points de vue peut présenter un certain intérêt :

WAGONS

DÉSIGNATION DES WAGONS.	NOM DU CHEMIN DE FER.	LARGEUR DE VOIE.	CORPS DE LA CAISSE. Longueur extérieure.	Largeur extérieure.	Hauteur au centre.
		m.	m.	m.	m.
Voitures à voyageurs..........	New-York, Lake, Erie et Western R.R.	1,83	16,62	3.20	2,95
	» » »	1,43	15,30	2,97	3,00
	Pennsylvania R.R.................	1,45	14.18	2.85	3,16
Voitures à bagages............	New-York, Lake Erie et Western R.R.	1,83	14,03	3,28	2,93
	» » »	1,43	14,03	3.28	2,93
	Pennsylvania R.R.................	1,45	12,20	2.96	2,59
Wagons p. service de messagerie. (*Express-Cars*).	New-York, Lake Erie et Western R.R.	1,83	8,90	2,64	2,08
	» » »	1,43	10,73	2,95	2,57
Wagons-poste (*Mail-Cars*)....	» » »	1,43	15,25	3,05	2,95
Wagons couverts à marchandises. (*Box-Cars*).	New-York, Lake Erie et Western R.R.	1,83	9,15	2,75	2,14
	» » »	1,43	8,85	2,64	1,96
	Pennsylvania R.R.................	1,45	8,65	2,49	2,46
Wagons à bestiaux............ (*Stock-Cars*).	New-York, Lake Erie et Western R.R.	1,83	9,15	2,90	2,16
	» » »	1,43	8,85	2,64	1,96
	Pennsylvania R.R.................	1,45	8,54	2,75	2,46
Wagons ouverts p. marchandises. (*Platform-Gondola-Cars*).	New-York, Lake Erie et Western R.R.	1,83	9,15	2,75	—
	Pennsylvania R.R.................	1,45	9,61	2,75	—
Wagons à charbon à 8 roues... (8 *Wheeled Coal-Cars*).	New-York, Lake Erie et Western R.R.	1,83	6,51	2,59	1,35
	» » »	1,43	7,83	2,59	—
	Pennsylvania R.R.................	1,45	6,33	2,44	1,22
Wagons à charbon à 4 roues... (4 *Wheeled Coal-Cars*).	New-York, Lake Erie et Western R.R.	1,83	6,86	2,34	1,12
	Pennsylvania R.R.................	1,45	6,71	2,00	1,22
Wagons pour lait (*Milk-Cars*)..	New-York, Lake Erie et Western R.R.	1,43	10,68	2,95	2,75
Wagons p. pétrole (*Oil-tank-Cars*)	» » »	1,43	8,64	2;44	—
Wagons de service (*Caboose-Cars*)	» » »	1,43	3,56	2,90	2,24

AMÉRICAINS.

LONGUEUR EXTÉRIEURE DU WAGON d'attelage à attelage.	HAUTEUR MAXIMA AU-DESSUS DES RAILS.	DISTANCE ENTRE LES CENTRES des trucks.	TRUCKS. NOMBRE DE ROUES dans chaque truck.	TRUCKS. DIAMÈTRE DES ROUES.	TRUCKS. ÉCARTEMENT DES ESSIEUX dans chaque truck.	POIDS DU WAGON VIDE.	CAPACITÉ. NOMBRE D'UNITÉS DE TRANSPORT.	POIDS DU WAGON PAR UNITÉ DE TRANSPORT.	PAR MÈTRE CARRÉ DE SURFACE : NOMBRE D'UNITÉS DE TRANSPORT.
m.	m.	m.		m.	m.	kilogr.		kilogr.	voy.
18,96	4,27	13,04	4	0,84	1,83	16,942	68 voy.	249	1,28
17,74	4,35	11,90	4	0,84	1,83	17,758	60 »	296	1,32
16,17	4,23	10,07	4	0,84	2,03	17,803	54 »	330	1,34
16,47	3,45	10,60	4	0,84	1,83	15,742	9,060k	1,738	197k
16,47	3,45	10,60	4	0,84	1,83	15,742	9,060	1,738	197
14,18	3,52	8,90	4	0,84	1,83	13,590	9,060	1,500	251
11,34	3,43	5,49	4	0,84	1,83	12,458	9,060	1,375	385
13,12	3,91	7,32	4	0,84	1,83	14,326	10,872 à 13,590	1,318 à 1,054	386
17,51	4,19	11,82	4	0,84	1,83	17,395	9,060	1,902	194
9,76	3,46	5,80	4	0,84	1,68	9,291	10,872	855	432
9,46	3,46	5,80	4	0,84	1,49	9,536	10,872	877	465
9,47	3,44	6,22	4	0,84	1,47	9,060	10,872	833	505
9,76	3,48	5,67	4	8,84	1,53	8,607	16 têtes.	538	60 têtes.
9,46	3,48	5,80	4	0,84	1,49	10,034	16 »	627	68 »
9,47	3,44	6,22	4	0,84	1,47	8,154	5,436k à 8,154	1,500 à 1,000	289k
9,76	1,22	5,80	4	0,84	1,68	8,136	10,872	748	432
9,53	—	6,86	4	0,84	1,47	8,607	10,872	792	411
7,12	2,14	4,04	4	0,84	1,46	6,772	10,872	623	645
8,44	2,20	4,70	4	0,84	1,49	8,734	18,120	482	893
6,69	2,36	4,02	4	0,84	—	7,248	10,872	667	704
4,12	1,88	—	4	0,76	1,83	3,398	4,530	750	261
—	2,31	—	4	0,84	1,53	3,579	4,530	790	340
13,12	3,91	7,32	4	0,84	1,83	13,364	9,060	1,475	288
9,25	1,22	5,80	4	0,84	1,68	9,676	9,060	1,068	430
5,34	3,36	—	4	0,84	3,36	4,757	—	—	—

WAGONS

DÉSIGNATION DES WAGONS.	NOM DU CHEMIN DE FER.	CORPS DE LA CAISSE. Longueur extérieure.	Largeur extérieure au milieu.	Hauteur au centre.
		m.	m.	m.
Voiture-salon avec installation de lits......	Paris-Lyon-Méditerranée...	7,70	2,80	2,23
Voitures à voyageurs de :				
1re classe (coupé-lit et cabinet de toilette)*..	Nord....................	7,12	2,72	1,90
» (coupé-lit et coupé-fauteuil)*.....	Paris-Lyon-Méditerranée...	7,70	2,67	1,93
» (à coupés-lits)*...............	» » » ...	8,00	2,67	1,93
» (à compartiments à lits)*..	Orléans..................	9,06	2,80	2,08
» (à deux coupés)*..............	Ouest....................	7,47	2.69	1,90
» (4 compartiments)*............	Ouest....................	8,27	2,690	1,95
» (3 compartiments).............	Ouest (1860).............	6,22	2,62	1,90
» (4 compartiments).............	Nord.....................	8,86	2,61	2,08
1re et 2e classe (mixte)*................	Ouest....................	6,77	2,67	1,94
2e cl. (4 compartiments)................	Ouest (1856).............	6,70	2,62	1,94
» (4 compartiments)................	Nord.....................	7,24	2,60	1,90
3e cl. (5 compartiments)................	Nord.....................	7,19	2.60	1,85
3e classe*..............................	Est......................	7,35	2,80	1,99
» (5 compartiments).............	Ouest (1861).............	6,70	2,60	1,94
Wagons à bagages*........................	Nord.....................	6,40	2,28	1,90
Wagons à marchandises couverts...........	Nord.....................	6,18	2,81	2,09
» » » *..........	Ouest....................	6,04	2,51	2,15
» » »	Ouest (1862).............	5,60	2,60	2.14
Wagons-tombereau....	Ouest (1858).............	4,80	2,44	1.50
Wagons à charbon*	Paris-Lyon-Méditerranée...	5,43	2,50	0,90
Wagons à houille.........................	Nord.....................	4,64	2,45	1,20
Wagons plats.............................	Nord.....................	6,00	2,75	0,16
Wagons plats*............................	Midi.....................	6,40	2,90	0,20
Wagons plats.............................	Ouest (1860).............	5,60	2,74	0,28

FRANÇAIS.

LONGUEUR ENTRE TAMPONS.	NOMBRE DE ROUES.	DIAMÈTRE DES ROUES.	ÉCARTEMENT DES ESSIEUX EXTÉRIEURS.	POIDS DU WAGON A VIDE.	CAPACITÉ. NOMBRE D'UNITÉS DE TRANSPORT.	POIDS DU WAGON PAR UNITÉ DE TRANSPORT.	PAR MÈTRE CARRÉ DE SURFACE : NOMBRE D'UNITÉS DE TRANSPORT.	OBSERVATIONS.
m.		m.	m.	kilogr.	voy.	kilogr.	voy.	
8,73	6	0,92	4,10	11,980	10	1273	0,54	Les exemples marqués d'un astérisque sont pris sur des wagons qui ont figuré à l'Exposition universelle de 1878.
7,88	4	0,935	4,10	8,245	21	393	1,33	
8,73	6	0,92	4,10	10,300	23	523	1,27	
9,03	6	0,92	4,40	9,980	28	431	1,48	
10,04	4	1,04	5,50	11,000	23	478	1,05	Tous les chemins de fer cités dans ce tableau sont à voie de 1^{m},435.
8,52	4	1,03	4,40	9,500	24	395	1,33	
9,25	4	1,03	5,50	9,700	32	375	1,60	
7,20	4	1,03	3,50	5,800	24	242	1,47	
9,87	4	—	5,50	10,760	32	337	1,38	
8,00	4	1,03	3,70	7,960	40	199	2,54	
7,80	4	1,03	3,70	6,400	40	160	2,28	
7,52	4	—	4,00	6,850	40	171	2,12	
7,92	4	—	4,10	6,030	50	121	2,67	
8,00	4	1,04	4,50	9,420	50	188	2,79	
7,80	4	1,03	3,70	6,300	50	126	2,87	
7,52	4	0,935	4,00	7,800	3,900^{k}	2000^{k}	267^{k}	
6,80	4	—	3,50	6,400	10,000	640	576	
7,20	4	1,03	3,20	7,200	10,000	720	660	
6,70	4	1,03	2,70	5,100	8,000	638	550	
5,90	4	1,03	2,70	4,300	10,000	430	854	
6,50	4	0,93	2,70	5,950	10,000	595	736	
5,30	4	—	2,65	4,700	10,000	470	880	
6,80	4	—	3,50	4,700	10,000	470	606	
7,46	4	1,00	3,40	5,400	10,000	540	539	
6,70	4	1,03	2,70	4,900	10,000	490	652	

Il est à remarquer que les voitures américaines de 1re classe, ne correspondent pas exactement aux voitures françaises de la même classe : elles répondent plutôt à une classe intermédiaire entre notre 1re et notre 2e classe.

Leur comparaison à une moyenne entre ces deux classes conduit aux résultats suivants :

Hauteur intérieure au milieu des caisses :

En Amérique...............	$3^m,04$	Différence à l'avantage des voitures
En France............... ..	$1^m,95$	américaines............. $1^m,09$

Nombre de places de voyageurs par mètre carré de caisse :

En Amérique............ ...	$1^p,31$	Différence à l'avantage des voitures
En France..................	$1^p,84$	américaines.............. $0^p,53$

Poids de la voiture par place de voyageur :

En Amérique.................	292^k	Différence à l'avantage des voitures
En France....................	287^k	françaises................... 5^k

En ce qui concerne le poids de la voiture par voyageur, calculé ci-dessus en supposant les wagons pleins, l'avantage des wagons français deviendrait bien plus considérable, si l'on tenait compte de ce qu'en raison de la grande capacité des voitures et des habitudes contractées par le public en Amérique, surtout pour les longs trajets, l'utilisation des places y est plus difficile.

Pour les wagons à marchandises couverts, le poids du wagon représente en Amérique jusqu'à 85,5 pour cent de la capacité, tandis qu'il n'atteint que 59,5 pour cent de cette capacité en France.

La difficulté d'utiliser la capacité des wagons, d'autant plus grande que cette capacité est plus considérable, est une autre cause d'infériorité des wagons américains à marchandises, que compense en partie leur emploi sur une grande échelle aux transports de transit, où il s'agit d'expédier à la fois de grandes masses de produits de même nature. Si l'on compare, d'autre part, les wagons à charbon, qui reçoivent toujours leur charge complète, le rapport du poids mort au poids utile est de 59 pour cent en Amérique, pour les wagons à quatre essieux, tandis qu'il est de 53 pour cent en France pour les wagons à deux essieux. Le surcroît de poids de ces wagons américains s'explique suffisamment par la nécessité d'une construction plus robuste pour supporter les chocs

violents auxquels ils sont exposés, par suite de l'usage de former les trains de charbon en abandonnant les wagons à eux-mêmes sur de fortes pentes (t. I, p. 447 et 465). Ce surcroît de poids est beaucoup plus considérable encore pour les wagons à charbon à deux essieux, où le poids mort atteint jusqu'à 77 pour cent du poids du chargement.

Prix des voitures et wagons. — Il n'est pas facile d'indiquer le prix des voitures et des wagons, car, comme toute autre marchandise, le matériel des chemins de fer est sujet à des variations de prix, qui résultent tant de celles du prix des matières premières et de la main-d'œuvre, que du rapport variable entre l'offre et la demande. Or les fluctuations que subissent le trafic sur les lignes existantes et l'activité de la construction sur les lignes nouvelles sont grandes aux États-Unis; une récolte favorable porte souvent au double le transport des blés; une amélioration de la situation financière imprime subitement une impulsion extraordinaire à l'établissement des nouvelles lignes.

Quoi qu'il en soit de l'influence de ces diverses causes, les prix de revient de la construction du matériel relevés dans les ateliers des compagnies de chemin de fer présentent une plus grande stabilité que ceux des prix de vente dans les ateliers de construction de matériel, parce que ces entreprises spéciales font en sus des prix de revient des bénéfices d'autant plus grands que l'urgence des besoins augmente.

En 1876, les conditions des prix étaient à peu près normales; le trafic des chemins de fer était actif, les constructions de nouvelles lignes, arrêtées après la crise de 1873, recommençaient; depuis lors, les prix ont considérablement haussé.

Les ateliers d'Altoona, dépendant du Pennsylvania Rail Road, construisent des voitures et des wagons, et tiennent avec grand soin des attachements sur les prix de revient. Nous donnons ci-après sur ces prix quelques indications prises en 1876, tant aux ateliers d'Altoona, que dans d'autres ateliers dépendant de la même compagnie de chemin de fer et dans divers établissements de construction.

Les voitures à voyageurs que l'on construisait en 1876 à Altoona étaient à 54 sièges et pesaient tout équipées environ 17 850 kilogrammes. Lorsque l'outillage de ces ateliers était encore imparfait, on comptait qu'il fallait 890 journées d'ouvriers par voiture.

L'introduction de nouvelles machines-outils a permis de réduire à 750 journées d'ouvriers la main-d'œuvre, et c'est grâce à cela qu'en 1876, une voiture à voyageurs ne revenait plus qu'à 22 100 francs environ.

Dans les ateliers de Fort-Wayne, où le bois employé était moins cher, une voiture pouvant contenir 64 voyageurs pesait 21 800 kilogrammes et ne revenait qu'à 23 000 francs environ. Des voitures de même contenance construites par la compagnie du Philadelphia-Reading R.R. ne pesaient que 19 070 kilogrames.

Un établissement spécial pour la construction de voitures à voyageurs, celui de MM. Harlan, Hollingsworth et Cie, à Wilmington (Delaware), vendait à la même époque les voitures contenant 72 sièges capitonnés et pesant 16 760 kilogrammes 27 500 francs. Ces mêmes voitures munies de sièges cannés, tels qu'on les fait dans les voitures de fumeurs, pesaient moins et étaient vendues 23 500 fr.

Il s'ensuit que le prix de revient des voitures variait en 1876 par siège, entre 360 francs et 410 francs, tandis qu'en raison de la capacité extraordinaire donnée à celles fournies par l'établissement que nous venons de citer, le prix de vente par siège était compris entre 326 francs et 382 francs.

Le prix des wagons de luxe est beaucoup plus élevé, non seulement par siège en raison du plus grand espace alloué à chaque voyageur, mais aussi par voiture, à cause du luxe avec lequel elles sont construites. C'est ainsi qu'un wagon-salon (*Pullman parlor car*), contenant seulement 35 voyageurs, pèse environ 24 000 kilogrammes, et coûte près de 125 000 francs, soit par siège 3570 francs. Un wagon-lit, peu décoré et contenant 30 lits doubles occupés chacun par un seul voyageur, pèse environ 25 500 kilogrammes et coûte 75 000 francs, tandis qu'il y a des wagons-lits très élégants, n'ayant que 24 lits doubles, qui pèsent 33 500 kilogrammes et reviennent à 175 000 francs. Le prix de ces *sleeping cars* est donc par voyageur de 2500 à 7290 francs.

Les wagons couverts à marchandises que la compagnie du chemin de fer de Pennsylvanie faisait construire en 1876, dans ses ateliers d'Altoona, pesaient 8470 kilogrammes, et pouvaient recevoir jusqu'à 12 680 kilogrammes de chargement; ils revenaient à 2784 fr.

Ceux de ces wagons qui étaient destinés au transport du blé recevaient, ainsi que nous l'avons vu, des revêtements intérieurs plus soignés et des portes-vannes spéciales; aussi leur poids atteignait-il

9100 kilogrammes sans que le chargement pût dépasser environ 11 000 kilogrammes.

Ces wagons couverts, lorsqu'ils étaient destinés au transport du bétail et qu'ils recevaient pour cela des parois à claire-voie, ne pesaient que 8150 kilogrammes, mais en les munissant d'abreuvoirs, leur poids dépassait 9000 kilogrammes. Le prix de ces wagons spéciaux augmentait en raison de ces aménagements particuliers.

Les wagons à charbon à clapet de fond construits à Altoona, pesaient 7860 kilogrammes, pouvaient recevoir jusqu'à 16 760 kilogrammes de charbon, et revenaient à 2400 francs; les mêmes wagons construits dans d'autres ateliers, ayant un poids propre de 8200 kilogrammes et une capacité de 15 400 kilogrammes, revenaient à 2500 francs environ.

Le Chesapeake and Ohio R.R., qui ne donne que 7020 kilogrammes de poids propre à cette classe de wagons, limite à 10 150 kilogrammes leur chargement.

Les wagons à charbon à quatre roues du chemin de fer du Lehigh-Valley pèsent 3175 kilogrammes et peuvent recevoir 5435 kilogrammes de chargement; ils coûtent environ 1000 francs.

Ces quelques exemples montrent que, par tonne de chargement, le prix du wagon atteint pour les wagons couverts 220 francs, pour les wagons à charbon à huit roues, de 143 francs à 162 francs, et pour ceux à quatre roues, 184 francs.

CHAPITRE XV

LOCOMOTIVES ET TENDERS

LOCOMOTIVES.

Généralités.

Les locomotives employées sur les chemins de fer d'Amérique ne présentent pas un cachet d'originalité moins accusé que les wagons et l'infrastructure de la voie, en même temps que l'uniformité de leur système de construction sur l'ensemble des lignes américaines forme un remarquable contraste avec la variété des procédés employés pour l'établissement de celle-ci.

Après avoir reçu de l'Angleterre les premiers types de machines, les ingénieurs américains ne se sont pas fait défaut d'y introduire successivement un grand nombre de modifications, qui ont eu pour effet d'amener la création de types spéciaux différant de tous les types actuellement usités en Europe, beaucoup plus que ces derniers types ne diffèrent entre eux.

Une partie des dispositions particulières aux locomotives américaines peut être attribuée aux sujétions spéciales qui s'imposent à l'exploitation sur le territoire des États-Unis; il en est d'autres dont il ne faut chercher l'origine que dans une appréciation différente du rôle des divers organes de la machine.

On peut considérer par exemple comme motivées par des considérations locales, notamment par les conditions d'établissement et d'entretien de la voie: l'usage sur une grande échelle des balanciers pour égaliser la répartition des charges, celui des avant-trains articulés combiné avec la suppression des mentonnets à certaines roues motrices pour faciliter le parcours des courbes, les grandes dimensions données aux grilles en vue de la combustion de l'anthracite, la cabine couverte destinée à abriter le méca-

nicien, l'appendice dit *cow-catcher* (chasse-vaches) placé en avant de la machine pour écarter les obstacles, le fanal puissant qui a pour principal objet d'éclairer à de grandes distances la voie insuffisamment surveillée.

Mais ce n'est que par une manière de voir et par des principes tout différents de ceux qui ont cours en Europe, que l'on peut s'expliquer la construction particulière du générateur de vapeur, caractérisé à la fois par la grande étendue de la surface de chauffe directe, par la faible longueur des tubes, et par le raccordement en forme d'entonnoir de la boîte à feu avec le corps cylindrique, la construction également très différente de celle qui est admise en Europe pour le châssis de la locomotive, la position horizontale de la face d'appui des tiroirs sur les cylindres, qui sont toujours extérieurs, l'emploi de ressorts au lieu de contrepoids pour équilibrer les organes de la distribution, et bien d'autres détails encore que nous aurons l'occasion de signaler.

Si, parmi ces dispositions particulières aux locomotives américaines, il en est qui ne paraissent guère susceptibles d'être appliquées en Europe et qui ne présentent qu'un intérêt de pure curiosité, il en est aussi qui, au point de vue pratique, méritent de fixer l'attention des ingénieurs européens.

Avant de faire un examen plus approfondi des machines américaines, il ne sera pas hors de propos, pour mieux se rendre compte des motifs qui en ont déterminé les dispositions spéciales et des progrès accomplis dans leur construction, de jeter un coup d'œil retrospectif sur les différentes phases qu'elles ont parcourues.

Historique[1]. — C'est à M. Horatio Allen que l'on doit la première apparition des locomotives en Amérique.

Cet ingénieur, qui avait assisté aux expériences de Rainhill à la suite desquelles la locomotive *la fusée* de Stephenson remporta le prix, acheta pour le compte de la Compagnie du canal de l'Hudson à la Delaware une locomotive construite par Foster, Rastrick et Cie, de Stourbridge (Angleterre). Cette locomotive parvint en 1829 à destination.

1. Nous avons fait pour cet historique des emprunts à une notice publiée par l'établissement *Baldwin locomotive works*, en tête de son catalogue illustré, et à l'histoire de la machine à vapeur par R. H. Thurston, traduite en français par M. J. Hirsch, professeur à l'Ecole des ponts et chaussées.

A peine était-elle arrivée, qu'un constructeur de New-York, P. Cooper, se mit de son côté à en construire une dans ses ateliers pour le compte de la compagnie du Baltimore et Ohio R. R. Ni l'une ni l'autre de ces deux machines, beaucoup trop légères (elles ne pesaient guère plus d'une tonne) ne put faire le service qui lui était demandé; mais il en fut autrement pour d'autres machines que construisirent peu de temps après Davis et Gartner, qui, tout en conservant la chaudière verticale tubulaire adoptée pour les deux premières, portèrent le poids de leurs locomotives à 3 tonnes 1/2, puis à 6 tonnes 1/2.

Ces locomotives, auxquelles on donna en raison de leurs longues bielles agissant par l'intermédiaire de pignons sur les roues et rappelant, par le mouvement combiné des balanciers auxquels étaient reliées les bielles, les jambes des sauterelles, le nom de *grasshoppers*, ont fait un très long service sur le chemin de fer de Baltimore et Ohio. La pression de la vapeur y atteignait 3 atmosphères et demie effectives, et elles pouvaient parcourir de 12 à 15 milles, soit de 20 à 24 kilomètres à l'heure.

Ces machines ont été employées jusqu'à ces temps derniers aux mouvements de gares, et l'on en voyait un spécimen à l'exposition universelle de Philadelphie en 1876.

Une autre machine construite par J. E. Miller, témoin comme M. Allen des expériences de Rainhill, dans les ateliers de Westpoint (État de New-York) et mise en activité en 1830 sur le chemin de fer de Charleston à Augusta (Caroline du Sud) sous le nom de *Best friend of Charleston* (le meilleur ami de Charleston), eut moins de succès. Cette locomotive, à chaudière verticale comme les précédentes, et à quatre roues motrices, qui remorquait à une vitesse de 10 kilomètres à l'heure un convoi d'un poids triple du sien (4t 1/2) fut détruite par une explosion en juin 1831.

Elle fut remplacée dans la suite sur la même ligne par une autre machine (*South Carolina*), construite dans les mêmes ateliers avec une chaudière horizontale composée de deux corps cylindriques entre lesquels était placé le foyer, et portée par huit roues dont quatre motrices intermédiaires et quatre porteuses extrêmes plus petites, ce qui lui permettait de marcher indifféremment dans les deux sens.

Jusqu'à ce moment la locomotive américaine ne se distingue encore de la locomotive européenne par aucune différence bien

tranchée. Mais, en 1832, la construction des machines en Amérique entre résolument dans une voie nouvelle par l'adoption du truck articulé pour l'avant-train d'une première locomotive construite dans les ateliers de Westpoint sur les dessins de M. John B. Jervis et destinée au chemin de fer du Mohawk à l'Hudson.

Les dispositions de cette machine, à 4 essieux dont 2 moteurs, et 2 porteurs faisant partie d'un avant-train mobile, sont devenues typiques, et comme elle portait le nom d'American n° 1, ce nom d'« *American* » est encore donné à toutes les machines construites sur le même type.

La machine de M. J. B. Jervis avait des roues motrices de $0^m,84$ de diamètre, tandis que les roues du truck n'avaient que $0^m,61$. La chaudière contenait des tubes de $0^m,076$ de diamètre, la boîte à feu avait $1^m,525$ de longueur et $0^m,86$ de largeur. Les deux cylindres avaient $0^m,24$ de diamètre et $0^m,40$ de course.

Elle fournit à plusieurs reprises des vitesses de 1600 mètres à la minute et même plus.

La construction des machines fit surtout des progrès rapides à partir de la création à Philadelphie en 1832 par Baldwin d'un établissement qui tient encore le premier rang en Amérique pour l'importance et la perfection de ses produits.

Baldwin commença par construire, sur le modèle d'une locomotive nommée John Bull, que Stevens, l'inventeur du rail à patin (t. I, p. 382), avait fait venir des ateliers de Stephenson pour la ligne de Camden et Amboy, une première machine à deux essieux dont un seulement moteur, l'*Old iron sides* (Vieilles côtes de fer), qui a été en service pendant plus de vingt ans. Ce fut la première machine construite avec cylindres horizontaux.

Le même constructeur exécuta ensuite en 1834, pour le chemin de fer de la Caroline du Sud, une seconde machine également à un seul essieu moteur, mais où la partie antérieure de la chaudière reposait sur un truck articulé à deux essieux, et où la boîte à feu était surmontée d'un dôme, dont les dispositions générales furent reproduites sur un grand nombre de machines construites par Baldwin et par W. Norris, un de ses principaux concurrents.

Dès l'année 1840, l'industrie nationale était en mesure de se suffire pour la construction des locomotives par suite, tant de la fondation de nombreux établissements dans les États de la Nouvelle-Angleterre et dans ceux de New-York et de Pennsylvanie, que de

divers perfectionnements réalisés dans l'exécution des machines, dont le mérite revient principalement à Baldwin et à Rogers.

Parmi ces perfectionnements, il y a lieu de signaler l'accroissement de la pression effective portée de 4 à 8 et 9 atmosphères, grâce à une meilleure exécution des joints, la substitution de la fonte coulée en coquille pour les roues à l'emploi des roues en fer et fonte, le remplacement du bois par le fer dans les châssis, l'emplacement assigné aux cylindres de part et d'autre de la boîte à fumée, la suppression des essieux coudés remplacés par le demi-coude (*half-crank*) qui permit de placer contre la face intérieure des roues le point d'attache des bielles, en infléchissant seulement les extrémités des essieux.

Ces divers perfectionnements, complétés par l'introduction des balanciers pour l'égalisation des charges, qui paraît remonter à l'année 1835, époque à laquelle ils furent imaginés par Eastwick et Harrison, furent appliqués par Baldwin, d'abord aux machines à un seul essieu moteur auxquelles il s'était arrêté dans le principe, puis aux machines à deux essieux moteurs et avant-train mobile, du type dit *American*.

L'emploi de ce dernier type se généralisa de plus en plus à partir du moment où les expériences de Campbell en 1836 eurent démontré son aptitude à franchir les fortes rampes, ce qui fit renoncer aux machines fixes auxquelles on avait eu d'abord recours sur certaines lignes, dès que les déclivités atteignaient 19 millimètres par mètre.

Baldwin ne s'arrêta pas à la machine à quatre roues motrices. Dans le but d'augmenter la puissance des locomotives, il construisit en 1842 une machine à six roues couplées, où l'essieu moteur, placé derrière la boîte à feu, était relié par de longues bielles aux roues du truck. Malgré la longueur des bielles et l'emploi de joints sphériques pour leur assemblage avec le truck, la marche en courbe était difficile, et cet essai n'eut pas de suite.

Cet échec découragea pendant quelque temps les efforts faits par les constructeurs pour accroître la puissance des machines, dont le poids ne dépassait pas jusqu'alors 20 tonnes, et il eut pour conséquence de les ramener vers le perfectionnement des divers organes de la machine, notamment du générateur, où le fer fut substitué au cuivre pour la construction des tubes à partir de 1844, et de la distribution, notablement améliorée par l'emploi de deux tiroirs

superposés, qui permit de pousser la détente jusqu'à la moitié de la course.

En 1848, Baldwin aborda en outre la construction des locomotives à grande vitesse en exécutant pour le Vermont Central R.R. une locomotive ayant un seul essieu moteur de $1^m,982$ et pouvant faire 96 kilomètres à l'heure.

Dans cette machine, l'essieu moteur se trouvait à l'arrière de la boîte à feu. Sous la boîte à fumée, un truck mobile à quatre petites roues supportait la partie antérieure de la chaudière. Pour diminuer la longueur des bielles et le mouvement de lacet qui eussent été la conséquence de l'emplacement de l'essieu moteur, les cylindres, au lieu d'être à l'avant de la locomotive, furent fixés à peu près à mi-distance entre le truck et l'essieu-moteur. Un détail intéressant de cette locomotive était un levier qui permettait de faire varier la répartition de la charge entre le truck et l'essieu moteur[1].

Le défaut de puissance de cette locomotive, dont le poids adhérent n'était que les 40 pour 100 du poids total, fit au bout de quelque temps renoncer à son emploi, et décider sa transformation en machine à deux essieux accouplés.

La construction des machines à grande vitesse pouvait d'ailleurs être considérée comme prématurée à une époque où la mise prochaine en exploitation des lignes à grand trafic de marchandises et à fortes pentes, ouvertes à travers les Alleghanies, devait faire attacher beaucoup plus d'importance à la puissance de traction qu'à la vitesse, dont l'accroissement ne pouvait encore offrir un intérêt réel que sur un très petit nombre de lignes des États de l'Est.

Vers 1850, on reprit la construction des locomotives à huit roues accouplées, sans pouvoir toutefois les appliquer à l'exploitation de la rampe inclinée à 1/17 (60^{mm} par mètre) du chemin de fer de Madison et Indianopolis, pour laquelle on dut revenir provisoirement à l'addition d'une roue dentée engrenant avec une crémaillère placée entre les rails.

Norris construisit de son côté dans ses ateliers de Philadelphie des locomotives à trois essieux accouplés qui utilisaient pour l'ad-

1. Cette idée a trouvé une application récente pour les locomotives à grande vitesse faisant le service entre New-York et Philadelphie. C'est au démarrage qu'on augmente ainsi temporairement la charge des roues motrices.

hérence la presque totalité de leur poids, au point de faire presque perdre à l'avant-train mobile son efficacité pour le maintien de la machine sur la voie. Le parti pris par quelques compagnies, notamment celles du Virginia Central R.R. et du Baltimore et Ohio R.R., d'exploiter, en attendant l'achèvement de quelques souterrains, des voies provisoires présentant des déclivités s'élevant sur certains points jusqu'à 60^{mm} et 100^{mm} par mètre, conduisit même à la suppression complète de l'avant-train sur les machines à six, puis à huit roues accouplées, qui, ainsi que nous l'avons vu tome I, page 47, furent affectées à ce service.

Pour l'exploitation de la voie définitive, la construction en 1854, par Ross Winans, de la machine *Centipède* à huit roues accouplées et à avant-train à quatre roues, qui a devancé toutes les machines à quatre essieux accouplés construites en Europe, accuse la même tendance à reporter sur un plus grand nombre de roues motrices le poids toujours croissant des machines, pour éviter d'avoir à surcharger la voie, trop légèrement construite.

Trois ans plus tard, en 1857, le train Bissel, introduit d'abord sur les machines à six roues accouplées du New-Jersey R. R., sous le nom de *pony-truck*, fut employé pour résoudre le problème de la répartition de la charge entre l'avant-train et les roues motrices, en donnant le moyen de reporter sur l'avant-train une fraction constante du poids total que l'on peut déterminer à l'avance.

L'emploi du train Bissel, emprunté à l'Europe, coïncide presque avec la naturalisation définitive de la coulisse Stephenson, accueillie pendant un certain temps avec défaveur en Amérique, bien que l'idée première en eût été revendiquée par un inventeur américain, W. T. James de New-York.

Vers la même époque (1857), l'emploi, devenu de plus en plus général, de la houille, porta les constructeurs à rechercher les moyens de perfectionner l'utilisation de la chaleur, soit en mettant à profit celle des gaz s'échappant par la cheminée, pour chauffer l'eau d'alimentation, soit en agrandissant la surface de chauffe. L'extension de la boîte à feu jusque dans le corps cylindrique de la chaudière, où elle forme une chambre de combustion (*combustion chamber*), imaginée en 1851 par A. F. Smith, finit par rallier la plupart des constructeurs, et marque un nouveau progrès dans la construction des locomotives.

L'emploi sur une plus grande échelle, dans cette construction, de

l'acier, tant pour former les bandages que pour constituer le foyer, après avoir rencontré au début de sérieuses difficultés, devint vers 1860 général, grâce aux perfectionnements réalisés dans la fabrication de cette matière, qui dans les boîtes à feu finit par remplacer complètement le cuivre[1].

A partir de cette époque, la locomotive américaine, où les cylindres extérieurs ont pris définitivement leurs emplacements symétriques sur la partie antérieure du châssis, est constituée avec toutes les dispositions caractéristiques qui la distinguent des machines européennes; il ne s'agit plus que d'en approprier la construction aux exigences du trafic sur les différentes lignes.

Tandis que la machine du type dit « *American* » à quatre roues motrices et à avant-train à deux essieux, se propage sur les nouvelles lignes ouvertes dans les États de l'Ouest, où elle continue à répondre à tous les besoins de l'exploitation, l'énorme développement du trafic sur les lignes charbonnières de Pennsylvanie détermine la création d'un type spécialement affecté aux lourds trains de marchandises. Les machines de ce type dit « *Consolidation* », à huit roues accouplées et à pony-truck antérieur, sont mises d'abord à l'essai en 1866, sur le chemin de fer du Lehigh-Valley, pour l'exploitation de la rampe de Mahonoy, présentant des déclivités de 25 millimètres, et ne tardent pas à supplanter les types à dix et douze roues sans truck antérieur, expérimentés sur le Pennsylvania et sur le Philadelphia-Reading R.R.

La première machine de ce type construite dans l'usine Baldwin, sur les dessins de M. Alex. Mitchell, avait des cylindres de $0^m,508$ de diamètre et $0^m,610$ de course, des roues motrices de $1^m,22$ de diamètre, et un poids à charge complète de 41 tonnes dont $4^t,5$, soit 11 pour cent environ, portant sur l'essieu antérieur. Les exigences progressives du trafic ont conduit à augmenter notablement ces dimensions sur certaines lignes.

Une des plus lourdes machines du type Consolidation, construite en 1878, pour la ligne du Southern Pacific, pèse 52 tonnes, dont 45 tonnes sur les essieux moteurs, soit $11^t,2$ par essieu.

Entre les deux types Américan et Consolidation vient se placer le

1. L'insuccès des essais faits sur quelques chemins de fer en Europe avec les boîtes à feu en acier, pourrait bien être attribué à l'infériorité de l'acier employé; comment sans cela s'expliquer la longue durée de ces boîtes à feu en acier en Amérique, et leur détérioration rapide en Europe?

type « *Mogul* », construit d'abord en 1867, par M. E. A. Douglas, pour la Thomas Iron C . Les machines de ce type, qui sont à six roues accouplées, ont, ainsi que le type « Consolidation » un avant-train mobile à un seul essieu (*pony-truck*) et remorquent des trains, soit mixtes, soit de marchandises. Sur certaines lignes, la grande longueur donnée aux boîtes à feu a fait placer dans ces locomotives la plate-forme sur laquelle se tiennent le mécanicien et le chauffeur au-dessus de cette partie de la chaudière, suivant une disposition caractérisée par le nom de « *camel* » (chameau).

Il est à remarquer que parmi ces types qui, encore aujourd'hui, sont presque exclusivement employés, il n'en est pas d'approprié aux grandes vitesses. A l'exposition de Philadelphie en 1876, il n'existait pas une seule machine affectée à cette destination. L'état défectueux de la voie sur la plupart des lignes, en rendant dangereux l'emploi des grandes roues, indispensables pour obtenir de grandes vitesses, quand ces roues sont commandées directement par les pistons, empêchait les constructeurs de pousser leurs études de ce côté.

C'est seulement dans ces dernières années qu'ainsi que nous le verrons plus loin, les machines à grande vitesse ont commencé à faire leur apparition sur les lignes américaines.

On conçoit sans peine que le développement, beaucoup plus rapide qu'ailleurs, des chemins de fer aux États-Unis, ait fait prendre une importance considérable à l'industrie de la construction des locomotives.

En premier lieu toutes les grandes compagnies de chemins de fer possèdent des ateliers dans lesquels, non seulement on fait les réparations, mais où l'on construit aussi des locomotives neuves.

Parmi ces ateliers nous citerons ceux d'Altoona (Pennsylvania R.R.); Reading (Philadelphia et Reading R.R.); Wilmington (Philadelphia, Wilmington et Baltimore R.R.); Mount Clare (Baltimore-Ohio R.R.); Sacramento (Central Pacific R.R.); Louisville (Louisville et Nashville R.R.); Albany (New-York Central et Hudson River R.R.); Élisabeth (Central R.R. of New-Jersey).

Il y a en outre seize grands établissements spéciaux pour la construction des locomotives. Ces établissements pouvaient dès 1877 fournir plus de 2500 locomotives par an. Le nombre des locomotives existantes sur tous les chemins de fer des États-Unis était en 1877 de 15 600; il était à la fin de 1880 d'environ 18 000. En sup-

posant une durée moyenne de 20 ans pour chaque locomotive, le renouvellement du matériel existant seul exige déjà de 780 à 900 locomotives par an [1]. Le surplus de la production est absorbé par l'équipement des nouvelles lignes, par l'augmentation du matériel roulant des anciennes, nécessité par l'accroissement de leur trafic, et par l'exportation dirigée principalement vers l'Amérique du Sud, le Canada et l'Australie.

De tous les établissements de construction de locomotives, celui de Baldwin à Philadelphie est le plus important; sa production n'a fait que s'accroître, sauf pendant quelques années où elle a subi l'effet des crises par lesquelles l'industrie des chemins de fer a eu à passer en Amérique. Au commencement de 1881 elle livrait environ 80 locomotives par mois [2].

---

1. Le manuel publié par MM. Poor donne pour le matériel roulant des 150716 kilomètres de lignes de chemins de fer ouvertes à la fin de 1880 aux États-Unis les chiffres suivants:

17949 locomotives, soit par kilomètre..........	$0^{l},117$
12789 voitures à voyageurs....................	$0^{v},085$
4786 wagons à bagages et messageries........	$0^{w},035$
539355 wagons à marchandises................	$3^{w},595$

2. Le nombre de locomotives livrées annuellement par l'usine de Baldwin marque son importance toujours croissante.

Années.	Nombre de locomotives livrées.	Années.	Nombre de locomotives livrées.
1835	14	1859	70
1836	40	1860	83
1837	40	1861	40
1838	23	1862	75
1839	26	1863	96
1840	9	1864	130
1841	00	1865	115
1842	00	1866	118
1843	12	1867	127
1844	22	1868	124
1845	27	1869	235
1846	42	1870	280
1847	39	1871	331
1848	20	1872	422
1849	80	1873	437
1850	37	1874	205
1851	50	1875	130
1852	49	1876	232
1853	60	1877	185
1854	62	1878	292
1855	47	1879	398
1856	59	1880	515
1857	66	1881	555
1858	33		

Construction des divers éléments de la machine.

Véhicule. — Le véhicule (*running gear*) dans la locomotive américaine présente l'avantage d'une flexibilité et d'une stabilité très grandes combinées avec une bonne répartition des charges, avantage rendu plus précieux qu'ailleurs par les conditions imparfaites de l'établissement de la voie.

Nous avons déjà dit que les locomotives américaines sont munies d'un avant-train articulé (truck). Avec une seule paire de roues motrices à l'arrière, un truck articulé semblable à celui des wagons placé à l'avant suffirait pour assurer le facile parcours des courbes; la double paire de roues motrices du type dit *American*, en raison du faible écartement des essieux moteurs, qui dépasse rarement $2^m,60$, ne rend ce parcours un peu difficile que pour les courbes d'un très petit rayon.

On s'est donc contenté pendant longtemps de faire reposer la partie antérieure de la machine sur le centre du truck articulé sans aucun jeu transversal, et un grand nombre de machines du type American sont encore ainsi construites.

La charge est alors transmise aux fusées par un châssis au centre duquel se loge la crapaudine formant point d'appui de la partie antérieure de la locomotive, qui est suspendue par l'intermédiaire de ressorts, soit simples, soit doubles, à des balanciers répartissant également la charge sur les deux essieux du truck, ordinairement espacés d'environ $1^m,70$.

Dans les machines des systèmes Mogul et Consolidation, où le truck est à deux roues seulement, le jeu transversal pour le parcours des courbes, rendu nécessaire par la plus grande longueur de base rigide, a été obtenu tout d'abord au moyen de doubles plans inclinés en sens contraires sur lesquels le support de la partie antérieure de la chaudière tend à s'élever, lorsque le truck commence à s'engager dans une courbe pour redescendre ensuite progressivement. On se sert maintenant en général pour le même objet d'une traverse oscillante (*swinging beam*) suspendue au truck par de courtes bielles (pl. XIX, fig. 7), qui permettent à ce support un déplacement analogue. On préfère généralement ce dernier mode de suspension, qui, en disposant convenablement de la longueur et de l'inclinaison des bielles, donne le moyen d'obtenir à la fois plus de mobilité et de stabilité.

Ce système de suspension est appliqué également aujourd'hui au truck à deux essieux.

Dans le cas de l'essieu unique, le truck mobile est relié à la partie rigide de la base de la machine par une barre radiale articulée en un point situé à une certaine distance en arrière de l'axe du truck, suivant le dispositif connu sous le nom de train Bissell.

La stabilité des machines américaines, qui a son importance, même avec les faibles vitesses de marche généralement usitées aux États-Unis, résulte à la fois de leur longueur de base totale, notablement supérieure à celle des machines européennes, et de la position donnée à l'avant-train mobile. Sur les lignes à voie normale, la longueur totale de base est toujours de plus de $6^m,00$ pour les premières, tandis qu'elle dépasse rarement $5^m,00$ pour les secondes. D'autre part, le premier essieu de l'avant-train mobile, quand il y en a deux, ou l'essieu mobile unique, se trouvant toujours placé en avant des cylindres, tout porte-à-faux est supprimé, et les mouvements de lacet et de galop sont considérablement atténués.

Le porte-à-faux n'existe que dans les machines tenders spécialement affectées au service des gares, où les constructeurs suppriment généralement toutes les roues porteuses, de manière à utiliser tout le poids adhérent des machines, cette utilisation, en raison des fréquents démarrages, ayant alors beaucoup plus d'intérêt que le facile parcours des courbes, effectué d'ailleurs toujours avec de très faibles vitesses.

Quant à la longueur de la base rigide, elle varie entre $2^m,30$ et $2^m,60$ pour les machines à quatre roues couplées, $3^m,00$ et $4^m,60$ pour celles à 6 roues couplées, et 4 mètres et $4^m,75$ pour huit roues (pl. XXI). La suppression des mentonnets opérée dans ces deux dernières catégories de machines, soit sur les roues motrices intermédiaires, soit sur la première et l'avant-dernière dans le type Consolidation, combinée avec la mobilité de l'avant-train, rend le danger de déraillement en courbe d'autant moindre, que leur vitesse de marche est plus faible. Il va sans dire que pour ces roues on renonce à la conicité des bandages à laquelle les ingénieurs américains n'attachent d'ailleurs que peu d'importance.

Enfin l'emploi de balanciers pour relier les ressorts par lesquels les charges sont reportées sur les fusées a pour effet de soustraire à la fois la répartition des charges et les efforts transmis au corps de

la machine aux perturbations résultant des inégalités de la voie ou des défauts de réglage des ressorts.

Introduit dans la machine du type dit American entre les roues motrices (pl. XIII), le balancier (*equalizer*) égalise complètement les charges agissant sur les roues, et réalise entre ces roues et celles du truck mobile une répartition des charges constante, le corps de la machine étant alors dans les mêmes conditions que s'il était supporté en trois points correspondant au pivot du truck et aux centres des balanciers.

Dans les machines à un plus grand nombre de roues des types Mogul et Consolidation, la répartition des charges est faite au moyen de deux systèmes de balanciers ; un premier système, soit simple, soit double, établit la solidarité entre toutes les roues motrices, à l'exception de celles qui suivent immédiatement l'essieu articulé ; ces dernières sont reliées avec ledit essieu par un deuxième système de balanciers, qui présente suivant les cas des dispositions diverses.

Les premiers balanciers, au nombre de deux ou de quatre suivant qu'il s'agit du type Mogul ou du type Consolidation, ont leurs tourillons fixés soit au-dessus, soit au-dessous des longerons du châssis, et leurs extrémités reliées par des tiges aux ressorts de suspension.

Entre le pony-truck et le premier essieu moteur, un seul balancier central relie le plus souvent une traverse à fourche reposant sur les tiges des ressorts antérieurs des premières roues motrices à une cheville ouvrière que porte l'essieu du pony-truck, et qui est reçue par lui par l'intermédiaire d'un support susceptible d'un mouvement latéral, ainsi qu'il a été dit plus haut : la partie antérieure de la machine repose sur ce balancier en un point plus ou moins éloigné du truck, suivant la charge que l'on veut faire porter à ce dernier (pl. XIX, fig. 5 et 6).

D'autres fois, comme dans certaines machines construites par Grant de Paterson, le balancier d'avant est double : il y en a un de chaque côté de la chaudière, attaché directement à une tige de ressort : les deux balanciers viennent alors aboutir chacun à l'extrémité d'une traverse supportée en son milieu par la crapaudine, qui transmet les charges aux boîtes à graisse de l'avant-train par l'intermédiaire d'un ressort transversal. Les deux longerons du châssis peuvent alors glisser sur une traverse surmontant ces

balanciers, guidés dans leurs mouvements par deux bielles transversales articulées sur la tête du pivot de la barre radiale, qui relie le pony-truck au premier essieu moteur, et dont l'articulation est alors placée au droit des tiges des ressorts.

Au moyen de ces divers systèmes de balanciers, les constructeurs parviennent à réaliser entre les roues motrices une répartition sensiblement égale des charges, qui en général ne dépassent pas 10 tonnes par essieu moteur; le chiffre de 12 tonnes accusé pour quelques machines à grande vitesse peut être considéré comme exceptionnel.

Sur les essieux du truck, la charge est réduite à un maximum d'environ 6 tonnes par essieu : elle n'est même que de $4^t,5$ à $5^t,5$ pour l'essieu unique du pony-truck du type Consolidation, qui ne porte guère que $\frac{1}{10}$ du poids total de la machine, les 9 autres dixièmes restant utilisés pour l'adhérence. Dans le type Mogul, la portion du poids total soustraite à l'adhérence s'élève à $\frac{1}{8}$; elle est de près de $\frac{1}{3}$ dans le type American.

L'expérience a d'ailleurs démontré, qu'avec une charge de 4 à 5 tonnes seulement, les roues du truck mobile, dont le diamètre varie en général entre $0^m,60$ et $0^m,80$, remplissent leur rôle de guides au passage des courbes d'une manière assez parfaite avec les plus grandes vitesses de marche usitées sur les chemins de fer, pour que la suppression des mentonnets signalée plus haut sur un certain nombre de roues intermédiaires ne présente aucun danger.

Bien que l'inconvénient de ne pas utiliser pour l'adhérence tout le poids de la machine puisse être considéré comme suffisamment racheté dans les machines des trois types précédemments décrits par le surcroît de stabilité que donne l'avant-train, M. N. Forney, le constructeur distingué qui dirige la rédaction de la *Rail Road Gazette*, s'est proposé d'y obvier par une disposition particulière qui mérite d'être signalée.

M. Forney construit des locomotives tenders où toute la partie constante de la charge repose sur les essieux moteurs, tandis que le tender avec son chargement variable constitue la charge du truck mobile. La marche tender en avant devient pour ces machines la marche normale : les caisses à eau et le combustible occupent alors la partie antérieure de la locomotive, et la chaudière, au lieu de se trouver devant le mécanicien, est placée derrière lui;

la flamme, au lieu de parcourir la boîte à feu et les tubes dans le sens de la marche de la machine, est ramenée vers l'arrière où se trouve la cheminée (pl. XX, fig. 9 et 10)[1].

Nous reviendrons plus loin sur ce système de locomotives qui présente d'autres particularités intéressantes.

Châssis (*frame*). — Le châssis des locomotives américaines diffère en général de celui des locomotives européennes, en ce qu'au lieu d'être découpé dans de fortes tôles, et de présenter une hauteur bien supérieure à son épaisseur, de manière à offrir une grande rigidité dans le sens vertical, il est formé de barres rectangulaires ayant quelquefois plus d'épaisseur que de hauteur. La hauteur de ces barres varie de 75 à 100 millimètres, et leur largeur de 60 à 90 millimètres; de plus, en raison de la difficulté que présenterait leur exécution à la forge, les longerons ne sont pas le plus souvent d'une seule pièce; il y a habituellement deux barres assemblées dans le sens de la longueur au moyen de boulons.

Par exception, les locomotives du chemin de fer de Philadelphia-Reading ont un châssis formé de fers méplats, c'est-à-dire présentant une hauteur bien supérieure à l'épaisseur.

Les plaques de garde qui guident les coussinets sont toujours venues d'une seule pièce, c'est-à-dire assemblées par soudure au châssis, et elles sont toutes réunies entre elles au moyen d'entretoises fixées à leurs extrémités inférieures.

Il semble au premier abord, que cette forme donnée au châssis, qui doit transmettre par l'intermédiaire des ressorts de suspension, toute la charge de la chaudière et du mécanisme aux fusées, soit peu appropriée au rôle qu'elle doit remplir. Mais on ne doit pas perdre de vue, que, par suite de l'emploi des ressorts équilibrés, qui assurent une répartition meilleure des charges, et amortissent plus efficacement les chocs que dans les machines européennes, les efforts verticaux auxquels le châssis peut être appelé à résister sont moindres que dans celles-ci, tandis que les efforts horizontaux, plus grands en raison de la position extérieure donnée aux cylindres, appellent dans ce sens un supplément de rigidité.

---

1. Les machines tenders à train articulé placé à l'arrière avaient été déjà essayées en Angleterre (Couche II, 337); mais la position donnée à ce train dans la marche normale ne lui permettait pas de rendre les mêmes services que lorsqu'il se trouve en tête.

Le défaut de rigidité du châssis trouve d'ailleurs un correctif dans la résistance propre que le corps cylindrique de la chaudière oppose aux efforts verticaux. La double file de rivets appliquée aux joints transversaux de la chaudière paraît devoir remédier au défaut d'étanchéité que peut provoquer la mise en jeu de cette résistance.

En fait, le peu de réparations que nécessitent les locomotives américaines, malgré un service beaucoup plus actif qu'en Europe et un état généralement défectueux de la voie, prouvent que la forme donnée aux châssis comporte une résistance bien suffisante.

Elle offre d'autre part l'avantage de fournir une plus large surface d'appui pour l'attache, soit des glissières qui servent à supporter la chaudière, soit de toutes les pièces du mécanisme, et de dégager beaucoup mieux celles-ci, dont les longerons, souvent d'une grande hauteur, des machines européennes, dérobent la vue, au détriment de la facilité des vérifications et des réparations.

Le reproche le plus sérieux que l'on pourrait faire aux longerons du châssis dans les machines américaines, ce serait de restreindre l'espace disponible pour la chaudière et le foyer. Nous verrons plus loin, que, si le diamètre de la chaudière est généralement moindre dans les machines américaines que dans les machines européennes, il n'en résulte pas que la capacité du foyer soit diminuée, la boîte à feu étant généralement plus allongée, et élargie en outre dans certains cas au moyen d'un encorbellement ou d'un plus grand écartement donné aux deux longerons du châssis dans cette partie.

Chasse-pierre (*cow-catcher ou pilot*). — Le châssis qui se prolonge au delà de la face antérieure des cylindres se termine par un poitrail auquel se trouve fixé un appareil dit *cow-catcher* (chasse-vaches) qui sert à débarrasser la voie de tous les obstacles qui peuvent l'obstruer. Cet appendice obligé de toute locomotive américaine, qui rappelle par sa forme certains chasse-neiges employés en Europe, est à claire-voie ; il présente en général de $0^m,90$ à 1 mètre de haut avec une saillie d'environ $1^m,50$, et ne dépasse pas en largeur $2^m,50$.

Au moyen de cet appendice, la machine en marche peut projeter au large les blocs de pierre et les bestiaux qui lui feraient obstacle.

Pour permettre, sans détacher le chasse-pierre, d'attacher en cas

de marche en sens inverse le train à la locomotive, une barre d'attelage se trouve généralement fixée au milieu du poitrail; cette barre, lorsqu'elle ne sert pas, est repliée sur le chasse-pierre (pl. XIII, XV et XVII).

Il va de soi que les machines destinées tout simplement à faire des mouvements de gare (*shifting engines*), ne sont pas munies de cet appareil.

Roues et essieux (*wheels and axles*). — Les essieux ne présentent aucune particularité bien tranchée; leurs proportions ressortent de quelques exemples que nous donnerons plus loin.

La portée de calage est parfaitement cylindrique. Le trou du moyeu de la roue est foré très juste, et l'on applique les roues sur l'essieu après l'avoir enduit d'huile et de céruse en exerçant une très forte pression. — Dans les ateliers d'Altoona sur le chemin de fer pennsylvanien, la pression ne dépasse pas 20 tonnes; mais il y a des ateliers où elle atteint jusqu'à 35 et même 40 tonnes.

Quant aux roues, elles diffèrent essentiellement de celles que l'on emploie en Europe.

Après avoir déjà vu que les roues en fonte en coquille sont d'un emploi général pour les wagons, il ne paraîtra pas étonnant de retrouver ces mêmes roues en fonte dans les trucks formant le train antérieur des locomotives : on peut être surpris toutefois de rencontrer également des roues motrices en fonte.

Souvent le moyeu, les rais et la jante étant en fonte, le bandage seul est en acier. Ces bandages ont généralement 140 millimètres de large et 60 millimètres d'épaisseur.

La confiance bien justifiée par l'expérience que les constructeurs américains ont dans la fonte en coquille est si grande, que l'on munit souvent les roues motrices des locomotives à marchandises faites en fonte ordinaire de bandages en fonte en coquille de 80 millimètres d'épaisseur, sans toutefois dépasser pour ces bandages le diamètre de $1^m,22$. On évite de pousser trop loin le serrage des bandages en fonte en coquille par application à chaud, et on les fixe généralement au moyen de 4 ou 6 vis dont les pointes pénètrent à l'intérieur du bandage. Le trou conique dans le bandage est plus grand que le cône de la vis d'attache, qui s'appuie, ainsi que le montre la figure 35, pl. IV, de façon à prévenir tout déplacement vers l'extérieur.

Pour les roues dont le mentonnet est supprimé, la largeur du bandage est augmentée; elle est généralement portée à 0m,150. A moins de demande spéciale, les constructeurs ne fixent le bandage sur la roue que par la pression qui résulte du retrait après son application à chaud. Pour assurer le chauffage uniforme du bandage, on le chauffe dans un four annulaire et sous un manteau destiné à assurer l'uniformité du refroidissement.

On sait que l'emploi du gaz pour l'embattage et le désembattage des bandages sur les roues des wagons ou des locomotives se pratique déjà depuis plusieurs années, tant en Angleterre que sur le continent européen[1].

Cet emploi présente toutefois en Amérique quelques particularités dignes d'attention. Ainsi, les couronnes dont les flammes du gaz d'éclairage s'échappent pour chauffer les bandages, au lieu d'être d'un diamètre invariable, sont, comme le montrent les figures 32 et 33, pl. IV, dans l'appareil de M. S. G. Reed de Boston, susceptibles non seulement de varier de diamètre, mais même d'être placées dans une position soit horizontale soit verticale, ce qui permet d'opérer sur des roues en place. La forme des brûleurs (papillons) est telle, qu'on peut se dispenser de l'insufflation de l'air dans le gaz, et atteindre néanmoins une température suffisante pour provoquer les dilatations voulues.

L'appareil de M. S. G. Reed n'est pas très coûteux, et il peut être employé pour des roues de divers diamètres. Ce sont là des avantages incontestables, qui dès 1870 lui ont valu son introduction dans les ateliers de divers chemins de fer et établissements de construction de locomotives. La consommation de gaz pour l'embattage d'un bandage de locomotive est d'environ 2mc,8 et les dépenses totales pour le désembattage de quatre bandages de roues de locomotives ne s'élèvent, pour main-d'œuvre et consommation de gaz, qu'à 8 fr. 75.

Le chemin de fer pennsylvanien qui ne se contente pas du serrage dû au refroidissement du bandage en fonte posé à chaud, empêche le déplacement du bandage au moyen de 4 vis à pointes pénétrant, ainsi qu'il a été dit plus haut, de l'intérieur dans ce bandage. Pour les bandages en acier au contraire, pour lesquels on ne craint

---

1. *Revue générale des chemins de fer*, décembre 1880 (mémoire de M. B. Cohen).

pas de produire une tension plus forte, cette Compagnie se contente du serrage dû au refroidissement et n'emploie pas de vis de fixation.

Ainsi que le montrent les dessins de la planche IV, les rais et les jantes des roues motrices en fonte sont creuses.

Une construction particulière des roues motrices brevetée par M. Riggs consiste à caler, au moyen de coins en bois d'*hickory*, les bandages sur les jantes en fonte (pl. XIII).

La fixation des bandages par ce procédé est recommandée par les ingénieurs de la Compagnie du Pennsylvania R.R., qui attribuent à l'élasticité qu'assure le calage en bois les très grands parcours réalisés sur le réseau de cette Compagnie[1].

Dès que l'on remarque que l'une des cales en bois se relâche, on opère le serrage en la lardant de petites cales en fer.

Dans toutes les roues motrices un soin particulier est apporté à bien équilibrer les masses en mouvement[2]. On y pourvoit, en partie lors de la fabrication en donnant plus de masse aux rais opposés à l'emplacement du tourillon de la bielle, en partie par l'addition après coup de contrepoids assujettis d'une manière invariable contre les jantes.

Cylindres. — Les cylindres sont placés extérieurement et ils ont leur axe toujours à peu près horizontal. Chaque cylindre est coulé d'une pièce avec la moitié du châssis d'assemblage, de sorte que les deux cylindres s'assemblent facilement. Les deux cylindres étant de plus parfaitement pareils, chaque cylindre peut à volonté être retourné et employé du côté opposé de la locomotive. Le même modèle suffit donc pour couler les deux cylindres, et une pièce de réserve peut indistinctement servir pour remplacer l'un ou l'autre (pl. XIX, fig. 8 à 13). Ce sont là des avantages incontestables, qui recommandent cette forme symétrique. La boîte à vapeur est

1. Une roue motrice, munie d'un bandage en acier fixé suivant le système Riggs, a fait sur le chemin de fer de Pittsburg, Fort Wayne et Chicago, en ne passant que trois fois au tour, 357 335 kilomètres, et le bandage avait encore après ce service 41 millimètres d'épaisseur.

2. La locomotive *Sandusky*, construite en 1837 par Thomas Rogers, avait déjà des roues motrices en fonte à rais et jante creux. Ce n'est qu'à l'opposé de la manivelle que les rais et une partie de la jante étaient pleins, afin de contrebalancer la manivelle et toutes les bielles qui s'y rattachent. Le brevet pris pour cette disposition date du 12 juillet 1837; il fait ressortir l'avantage que présente cette équilibration (*counterbalancing*) au point de vue de la stabilité de la marche, de l'économie de force et de l'entretien de la locomotive aussi bien que de la voie.

coulée à part; c'est un simple châssis rectangulaire sur lequel se pose un couvercle. Par suite de cette disposition la table des tiroirs est aisément accessible; elle peut être dressée avec une grande facilité et avec toute la précision nécessaire. Le tuyau d'admission de chaque cylindre se bifurque de manière à ménager un orifice circulaire à chaque extrémité de la boîte.

La coulée de ces pièces n'est certes pas facile, mais grâce à la bonne qualité de la fonte employée, on arrive à les couler d'une manière très satisfaisante.

L'épaisseur des cylindres varie de 25 à 30 millimètres; les couvercles se fixent au moyen de 15 à 20 boulons.

Pistons. — Le corps des pistons est en fonte; les segments sont en bronze doublé de métal blanc. Les pistons sont fixés sur des tiges dont le diamètre assez faible s'explique par le choix de la matière employée; on emploie pour les tiges de pistons du fer laminé à froid[1], qui, sorti du laminoir, ne passe même plus au tour, tellement sa surface est nette.

La tête du piston (*crosshead*), se trouve souvent guidée, ainsi que cela se pratique en Europe entre deux glissières (*slides*). Beaucoup de constructeurs substituent toutefois à la double glissière une glissière unique placée au-dessus de la tige du piston. Il va de soi qu'en pareil cas, la tête du piston embrasse sur une grande longueur la glissière unique. Parfois aussi, il y a deux glissières, toutes deux placées au-dessus de la tige du piston.

Relevons en général la tendance louable des constructeurs américains, à réduire, autant que le permettent les considérations de résistance, les poids de tous les éléments du mécanisme, qui ont un mouvement alternatif, tels que bielles (*connecting rods*) et têtes de bielles (*rod-heads*). Les têtes des bielles sont en effet souvent d'une légèreté étonnante.

---

1. Le fer, après avoir été laminé à chaud en barres rondes, passe dans un bain d'acide qui enlève toute la couche oxydée; puis ces barres sont plongées dans un bain alcalin (eau de chaux), d'où elles sortent pour être relaminées à plusieurs reprises à froid. Au moyen de cette série d'opérations qui donnent au fer une structure fibreuse analogue a celle du fil de fer, on augmente sensiblement sa résistance, tout en lui donnant une forme absolument cylindrique, résultat que l'on n'obtient pas toujours, surtout pour les tiges de faible diamètre, avec le tour dont le travail tend à diminuer la résistance du fer au lieu de l'augmenter, comme le fait le laminage à froid.

Générateur de vapeur.

Dans la locomotive américaine, le système de construction du générateur de vapeur diffère plus ou moins de celui qui est appliqué en Europe.

En commençant par les matières employées, nous avons à constater l'exclusion presque générale du cuivre de la construction des boîtes à feu et des chaudières, et l'emploi de plus en plus répandu de la tôle d'acier à l'intérieur de la boîte à feu et celui des tubes en fer dans le corps de la chaudière.

Nous voyons partout aux États-Unis attacher la plus grande importance à l'augmentation de la surface de chauffe directe, et sacrifier à l'augmentation de celle-ci l'étendue des surfaces de chauffe moins directes, telles que celles des tubes.

Les constructeurs américains se préoccupent d'autre part, plus qu'on ne le fait en Europe, ainsi que l'a remarqué M. A. Holley, dans son intéressante étude sur les chemins de fer américains et européens[1], des obstacles que rencontre la vaporisation de l'eau dans des canaux étroits ou entre des parois trop rapprochées.

En pareil cas, les enveloppes métalliques, lorsqu'elles sont portées à une haute température, se trouvent en contact, non avec l'eau, mais avec la vapeur dégagée, que l'eau, en raison de l'exiguïté du passage, ne peut venir remplacer à mesure qu'elle se produit. Il en résulte à la fois une réduction sensible dans la puissance de vaporisation, et une dégradation plus rapide des parois des générateurs.

Aussi les constructeurs américains ne cherchent-ils pas plus à allonger les tubes pour accroître cette surface de chauffe indirecte, qu'à les multiplier pour diviser entre un plus grand nombre de canaux les gaz de la combustion. Ce que les constructeurs visent surtout à obtenir, c'est la combustion parfaite et la mise en contact des produits de la combustion, à une très haute température et sur une très grande surface, avec les parois intérieures de la boîte à feu.

De là, la grande longueur et souvent aussi la grande largeur des boîtes à feu, et, par contre, la longueur moindre et le nombre relati-

1. *American and European Railway Practice*, by Alexander L. Holley, 1867, ch. III (vaporisation).

vement faible des tubes dans la locomotive américaine, quand on la compare à la locomotive européenne. Malgré le diamètre de ces tubes, souvent supérieur à celui qu'on leur donne en Europe, le diamètre du corps cylindrique de la chaudière peut donc être moindre dans la première que dans la seconde, tout en laissant plus d'espace entre les tubes.

Dans le but d'augmenter à la fois l'espace où se fait la combustion des gaz et la surface de chauffe directement en contact avec les gaz incandescents et non encore divisés, on fait souvent, ainsi qu'on le voit pl. XX, fig. 1 à 6, rentrer la plaque tubulaire dans l'intérieur du corps cylindrique de la chaudière, ce qui crée un espace supplémentaire pour la combustion.

Pour faciliter le dégagement de la vapeur et la circulation de l'eau entre les tubes, certains constructeurs, ainsi que par exemple ceux du chemin de fer de Louisville et Nashville, disposent les tubes par rangées verticales superposées (pl. XVI et XVIII). Il en est même qui attachent à cette disposition une telle importance, qu'ils aiment mieux diminuer le nombre des tubes en maintenant leur écartement, que de contrarier le dégagement de la vapeur par leur recouvrement en plan. Mais l'avantage incontestable de cette disposition des tubes qui rend en outre le nettoyage plus facile, n'a pas fait accepter cette superposition des tubes par toutes les compagnies de chemin de fer, et il y en a encore qui placent les tubes en quinconce, ainsi que le montre la figure 2, pl. XIV, qui se rapporte à une locomotive du Pittsburg, Fort-Wayne et Chicago R.R.

La grille reçoit toujours une surface, qui, comparée à la surface de chauffe totale, pourrait paraître exagérée, mais dont les proportions rentrent en réalité dans les limites admises en Europe, du moment où l'on attribue à la surface de chauffe directe le coefficient admis en Amérique.

Toutes les dispositions de la chaudière, les grandes dimensions des grilles et du foyer, comme la faible longueur des tubes, concourent à activer la combustion et par suite la production de la vapeur; aussi celle-ci se dégage-t-elle en entraînant en assez forte proportion de l'eau en suspension. Les précautions nécessaires sont prises pour parer à cet inconvénient. Au-dessus de la boîte à feu, c'est-à-dire à l'endroit où le dégagement de la vapeur est le plus actif, l'enveloppe extérieure est souvent surélevée au-dessus de celle du corps cylindrique, de manière à former un réservoir de vapeur plus

grand. En pareil cas, le raccordement de l'enveloppe extérieure de la boîte à feu avec le corps cylindrique de la chaudière se fait en forme d'entonnoir, de manière à éviter les angles vifs.

Lorsque le dessus de l'enveloppe de la boîte à feu se trouve au même niveau que le corps cylindrique de la chaudière, il y a généralement deux dômes à vapeur, l'un au-dessus de la boîte à feu, l'autre au-dessus de la partie centrale de la chaudière. Par surcroît de précaution, les dômes sont alors très élevés, et la prise de vapeur se fait dans le dôme de devant où la vapeur est plus sèche. La même disposition est adoptée pour les locomotives dans lesquelles l'enveloppe extérieure de la boîte à feu descend à un niveau inférieur à celui du corps cylindrique de la chaudière.

Des détails particuliers de construction résultent de cette disposition générale des chaudières américaines : les armatures ou entretoises renforçant le ciel de la boîte à feu, dont la dimension en longueur se trouve être très considérable, ne sont pas placées dans le sens de la longueur de la locomotive, mais dans le sens transversal; les ouvertures pratiquées dans la partie du corps de la chaudière qui entoure la boîte à feu sont le plus souvent fermées, non par des cadres renforcés par des cornières, mais par l'emboutissement des tôles intérieures ou extérieures, ce qui n'enlève que juste la surface de l'ouverture à la surface de chauffe utile. Les raccordements inclinés dont nous venons de parler permettent à la vapeur, dégagée par la partie de la chaudière en contact direct avec le feu, de gagner plus facilement les dômes.

Boîte à feu (*fire box*). — Dans les locomotives américaines, la boîte à feu diffère notablement, comme on a déjà pu le voir, de la boîte à feu européenne. Les différences ne doivent pas être attribuées uniquement au combustible dont on se sert aux États-Unis, car si l'anthracite joue un très grand rôle dans les états de l'Est, on emploie aussi sur un grand nombre de lignes le bois et la houille grasse, combustibles dont on se sert en Europe.

Les entretoises assurant l'écartement des deux enveloppes de la boîte à feu sont en fer et ont 22 millimètres de diamètre; elles sont espacées d'au plus 115 millimètres, et sont vissées et rivées à froid.

Les armatures du ciel de la boîte à feu sont souvent formées de fer méplat de 115 millimètres de haut sur 8 millimètres d'épaisseur;

elles s'appuient, ainsi que nous l'avons déjà dit, sur les faces latérales, et ne sont jamais espacées de plus de 115 millimètres. Ces armatures laissent un intervalle de 36 à 38 millimètres entre leur face inférieure et la tôle qu'elles doivent renforcer, et avec laquelle elles sont reliées par des boulons dont les têtes sont tournées vers le bas, tandis que les écrous s'appuient sur des étriers longitudinaux passant par dessus les traverses. De plus, il y a des armatures qui rattachent le ciel de la boîte à feu, tant au dôme qu'au corps cylindrique de la chaudière. L'ouverture pour la porte est obtenue par l'emboutissage des tôles formant l'intérieur de la boîte à feu et l'enveloppe extérieure (pl. XIV, fig. 1, et pl. XIX, fig. 3).

Des robinets de vidange sont toujours placés dans le bas de la boîte à feu.

Lorsque les machines sont destinées à brûler de la houille grasse, les constructeurs américains facilitent l'introduction de l'air au-dessus de la couche incandescente de combustible en faisant un certain nombre d'entretoises creuses. Ces entretoises creuses sont généralement placées en double rangée à une hauteur de $0^{m},25$ à $0^{m},30$ au-dessus de la surface de la grille. Cette prise d'air supplémentaire est souvent maintenue même dans les foyers munis de grilles à secousse dont nous parlerons dans la suite, et qui assurent mieux que les grilles fixes la pénétration de l'air à travers le combustible.

On a soin de n'employer que les meilleures tôles et de les recuire toujours avant leur mise en œuvre. Les mêmes précautions sont prises pour les cornières entrant dans la construction des chaudières, et s'il y a des cornières qui ont subi un travail de forge, on les fait recuire avant de les mettre en œuvre.

Nous donnons ci-après un tableau indiquant les principales dimensions des boîtes à feu, ainsi que des surfaces de grille et de chauffe de diverses locomotives américaines, à la suite desquelles nous avons placé, pour servir de termes de comparaison, les dimensions correspondantes de quelques locomotives européennes.

DÉSIGNATION DES LOCOMOTIVES.	DÉSIGNATION DU COMBUSTIBLE.	GRILLE		
		LONGUEUR.	LARGEUR.	SURFACE.
1° Machines américaines.		mètr.	mètr.	mètr. carrés
Type American du Central R.R. of New-Jersey, construit par Baldwin............	Anthracite	2,59	0,89	2,23
Type American du Pennsylvania R.R., construit par Baldwin.....................	Houille..........	1,85	0,89	1,65
Type American du Mobile et Montgomery R.R., construit par Rogers..................	Bois.............	1,52	0,89	1,35
Type Mogul, construit par Baldwin........	Houille..........	1,68	0,88	1,48
Type Consolidation du Pennsylvania R.R...	Anthracite	3,00	0,84	2,52
Type Consolidation du Pennsylvania R.R., construit par Baldwin..................	Houille	2,44	0,88	2,15
Type Camel (Wootten) du Philadelphia-Reading R.R............................	Anthracite tout-venant...........	2,59	2,30	5,96
Locomotive-Tender à double truck pour marchandises, construite par Mason..........	Houille	1,68	1,23	2,07
Locomotive de gare à deux essieux (tous deux moteurs), construite par Hinkley.........	Houille	1,12	0,92	1,03
2° Machines européennes [1].				
Locomotive à grande vitesse du Nord français à deux essieux moteurs et truck, construite par la Société Alsacienne................	Houille tout-venant...........	2,27	1,02	2,31
Locomotive à grande vitesse du Paris-Lyon-Méditerranée, construite dans ses ateliers..	Houille	2,12	1,01	2,14
Locomotive à grande vitesse du chemin de fer d'Orléans, construite dans ses ateliers....	Houille..........	—	—	1,62
Locomotive à voyageurs, du chemin de fer du Sud d'Autriche, construite à Florisdorf....	Houille	1,70	1,00	1,70
Locomotive à marchandises, de l'Ouest français, construite par l'usine de Fives-Lille...	Houille..........	1,40	1,01	1,41
Locomotive à marchandises, du Paris-Lyon-Méditerranée, construite dans ses ateliers..	Houille..........	1,34	1,00	1,34
Locomotive à marchandises, du chemin de fer d'Orléans, construite par Claparède, à Saint-Denis..................................	Houille..........	1,70	0,99	1,67

1. Tiré du rapport de M. A. Mallet sur les locomotives à l'Exposition de 1878.

SURFACE DE CHAUFFE DIRECTE			TUBES				SURFACE de CHAUFFE totale.	RAPPORT DE LA SURFACE de chauffe totale à la surface de la grille.
BOITE à feu.	CHAMBRE de combustion.	ENSEMBLE.	NOMBRE.	LONGUEUR.	DIAMÈTRE extérieur.	SURFACE de chauffe.		
mètres carrés.	mètres carrés.	mètres carrés.		mètres.	millimètr.	mètres carrés.	mètres carrés.	
10,4	—	10,4	163	3,43	51	88,6	99,0	44,4
9,9	—	9,9	155	3,25	57	90,3	100,2	60,7
7,8	—	7,8	154	3,35	51	82,5	90,3	66,9
9,6	—	9,6	161	3,43	51	88,2	97,8	66,1
13,4	—	13,4	198	3,35	51	101,9	115,3	45,7
8,6	—	8,6	138	3,94	63	108,4	117,0	54,4
9,9	2,4	12,3	160	3,10	51	79,0	91,2	15,2
11,7	—	11,7	154	3,51	51	86,2	97,9	47,3
6,6	—	6,6	121	3,20	51	53,9	60,5	58,7
9,4	—	9,4	201	3,50	41 [2]	90,6	100,0	43,3
9,0	—	9,0	164	4,93	46 [2]	116,8	125,8	58,8
10,6	—	10,6	177	5,00	43	118,2	128,8	79,5
8,7	—	8,7	181	4,27	52	126,4	135,1	79,5
8,1	—	8,1	192	4,30	—	129,4	137,5	97,5
7,2	—	7,2	177	4,25	50	108,8	116,0	86,5
11,5	—	11,5	242	5,16	50	194,0	205,5	123,1

2. Diamètre intérieur.

La plaque tubulaire (*flue plate*) se trouve souvent reportée en avant dans le corps cylindrique de la chaudière et fournit, ainsi que nous l'avons déjà dit, sous le nom de chambre de combustion (*combustion chamber*) un espace supplémentaire pour le mélange et la combustion des gaz qui, tout en assurant une combustion plus parfaite, contribue à augmenter la surface de chauffe directe. C'est une disposition qui mérite d'appeler l'attention des constructeurs européens, car elle contribue à la fois à assurer une meilleure utilisation du combustible, et à diminuer l'entraînement des étincelles, dont on cherche d'ailleurs à atténuer les inconvénients par l'emploi d'appareils spéciaux, qui ont toujours le défaut, quelle que soit leur construction, de diminuer le tirage.

Tandis qu'en Europe on n'a pas encore pu se décider d'une manière générale à renoncer à l'emploi du cuivre pour les boîtes à feu, on ne fait plus depuis longtemps en Amérique les boîtes à feu autrement qu'en acier.

La grande variété dans la qualité des aciers employés pour la fabrication des boîtes à feu et plus encore celle des combustibles, ne permet pas de préciser la durée des boîtes à feu en acier; mais on citait en 1878 sur le chemin de fer de New-York Central et Hudson River, qui depuis 1874 construit ses boîtes à feu en tôle d'acier, trois locomotives à marchandises ayant fait 232 019, 236 123 et 291 024 kilomètres et une locomotive à voyageurs ayant parcouru 395 531 kilomètres, sans que leurs boîtes à feu eussent encore eu besoin de réparations. Ce n'est que par exception que l'on rencontre encore des boîtes à feu en cuivre dans les locomotives américaines et même dans ce cas, comme par exemple dans les locomotives construites par l'usine de Baldwin pour le chemin de fer brésilien de Dom Pedro II, les parois latérales seules sont en cuivre, tandis que le ciel est en acier.

La plaque tubulaire en acier a généralement une épaisseur de 12 à 13 millimètres; le ciel est fait en tôle d'acier de 9 à 10 millimètres, tandis que les côtés n'ont que 8 millimètres. Les tôles employées sont généralement en acier fondu. L'espace entre la boîte à feu intérieure et son enveloppe est de 76 millimètres sur les côtés et à l'arrière, et de 101 à 115 millimètres sur le devant. L'enveloppe extérieure de la boîte à feu est, ainsi que le corps cylindrique de la chaudière, soit en tôle de fer au bois provenant de fonte à l'air froid, soit en tôle d'acier fondu. Son épaisseur est

dans le premier cas de 10 millimètres, dans le dernier, de 8 millimètres.

Corps cylindrique (*boiler*). — L'enveloppe extérieure de la chaudière (*boiler shell*) est en général d'un diamètre moindre qu'en Europe pour des machines de puissance analogue. Ainsi le diamètre extérieur du premier anneau de la chaudière des grandes machines à huit roues couplées (type Consolidation) qu'emploie le chemin de fer de Pennsylvanie pour le service des marchandises, n'est que de $1^m,38$ (pl. XXI, fig. 3), tandis que dans les machines à marchandises européennes il atteint $1^m,60$. De même le diamètre extérieur du premier anneau de la puissante locomotive à voyageurs à quatre roues accouplées, employée par le chemin de fer de Pittsburg, Fort-Wayne et Chicago n'est que de $1^m,195$ (pl. XIV, fig. 1).

Ce moindre diamètre ne saurait toutefois justifier la réduction qu'il y a lieu de signaler dans les épaisseurs données aux tôles composant l'enveloppe extérieure de la chaudière.

Les épaisseurs des tôles ne dépassent pas en effet de 11 à 12 millimètres, lorsque c'est en fer qu'est faite la chaudière, et descendent à 8 millimètres, quand on emploie l'acier. Pour réduire ainsi l'épaisseur des tôles, les constructeurs américains s'autorisent de ce fait que les tôles employées pour la construction des chaudières sont toujours de première qualité, et que les essais prescrits par les lois américaines pour les chaudières sont faits en général de manière à ne pas dépasser les limites d'élasticité de ces tôles[1].

Le but qu'on recherche en réduisant ainsi l'épaisseur n'est pas précisément de réduire le poids de la chaudière, mais bien de pouvoir introduire aux points les plus exposés aux déformations, des renforts, tels que plates-bandes et cornières, sans dépasser le poids consacré par l'expérience. C'est ainsi que nous trouvons les chaudières renforcées au droit des appuis par des cornières ou des fers à T, et par des plates-bandes au droit des changements de section et près des dômes (pl. XIV, fig. 1, 2, 3, 6). On peut compter au nombre des renforcements utiles, les recouvrements à double rivure qui sont la règle générale pour les joints dans le sens de la géné-

1. Les essais des chaudières destinées à supporter 9 atmosphères sont faits avant leur mise en service à la pression de 13,5 atmosphères. En France, pour la même pression, l'épreuve serait portée à 15 atmosphères.

ratrice et même pour les assemblages des anneaux consécutifs formant l'enveloppe de la chaudière (pl. XVIII, fig. 4 et 5).

Le corps cylindrique des chaudières présente du reste un très petit nombre de joints dans le sens des génératrices et les manchons ainsi formés s'emboîtent les uns dans les autres.

La chaudronnerie est toujours exécutée avec beaucoup de soin, non seulement, ainsi que nous l'avons déjà indiqué, sous le rapport du choix de la matière, mais aussi au point de vue de l'exécution du travail de la rivure, qui se fait le plus possible à l'aide de machines.

Les chaudières sont toujours consolidées à l'intérieur au moyen de tirants. C'est la partie de la chaudière, voisine de la boîte à feu qui est le plus munie de plates-bandes et de tirants de renforcement, mais les mêmes moyens de consolidation sont aussi employés du côté de la boîte à fumée. Cette dernière se trouve reliée à l'avant du châssis par deux contre-fiches en fer rond d'environ 40 millimètres de diamètre.

Souvent la même disposition est adoptée pour l'attache de la boîte à feu à l'arrière du châssis. Par suite de ce système d'attache, la dilatation tend à produire un soulèvement de la chaudière; mais comme la chaudière est reliée par l'intermédiaire des cylindres d'une manière invariable à la partie antérieure du châssis, le soulèvement ne s'opère qu'à l'arrière et facilite ainsi, en diminuant la pression qui s'exerce entre les supports rivés contre la chaudière et les longerons du châssis, le déplacement longitudinal de la chaudière sur le châssis, qui se fait donc vers l'arrière. Ce libre mouvement se trouve favorisé à la fois par la grande longueur donnée aux cornières rivées contre la chaudière et portant sur les longerons, et par la grande largeur des longerons. L'importance qu'attachent les ingénieurs américains à assurer le libre mouvement de dilatation du corps cylindrique de la chaudière pour éviter les efforts qui pourraient compromettre l'étanchéité des joints les a souvent conduits à substituer aux appuis à glissières un système de suspension au moyen de bielles verticales de $0^m,25$ à $0^m,30$ de long.

Les dômes pour prise de vapeur sont généralement assez élevés; ils ont environ $0^m,70$ de diamètre et se terminent à la partie supérieure par un anneau en fonte sur lequel se fixe le couvercle, qui suivant les cas, porte les soupapes de sûreté, le sifflet, etc.

En général la pression ne dépasse pas dans la chaudière 9 atmo-

sphères effectives, et les mécaniciens la font souvent tomber à 8 et même à 7 atmosphères, lorsqu'en descendant des pentes, ils n'ont pas besoin d'utiliser toute la puissance de leurs machines.

Pendant les deux premières années, on essaie les chaudières en portant la pression à l'eau de 2 à 4 atmosphères au-dessus de la pression maxima de marche; mais par la suite ces essais doivent se renouveler tous les six mois.

Tubes. — Le nombre des tubes est, ainsi que le montre le tableau qui précède, inférieur à celui des machines analogues en Europe. Les tubes employés dans les locomotives américaines ont un diamètre extérieur de 51 à 64 millimètres; — ils ont de 2 millimètres 1/2 à 3 millimètres d'épaisseur et sont en fer bien soudé en recouvrement. La longueur des tubes est en général inférieure à 70 fois leur diamètre. On les soumet à des essais de pression intérieure de 14 atmosphères. La partie des tubes qui pénètre dans la plaque tubulaire de la boîte à feu est recouverte d'une bague de cuivre d'environ un millimètre d'épaisseur et de 18 à 20 millimètres de longueur. Après un ajustage soigné dans la plaque tubulaire en acier, on exécute généralement au moyen d'un instrument spécial (*tube expander*)[1] introduit dans le tube, un élargissement du tube à l'intérieur et tout contre la plaque tubulaire, après quoi l'on fait un matage, afin que les tubes soient en quelque sorte rivés dans cette plaque. Dans la plaque tubulaire de la boîte à fumée qui n'a que 9 à 10 millimètres, les trous sont taraudés en troncs de cônes et les tubes présentent extérieurement une conicité correspondante, ce qui fait que l'étanchéité s'établit en les enfonçant énergiquement.

Les tubes en fer font, d'après les renseignements fournis par la Compagnie du chemin de fer New-York Central et Hudson-River, un service d'en moyenne 209 000 kilomètres avant d'être retirés: on les réemploie ensuite en y ressoudant des bouts; ils peuvent encore alors faire un parcours d'environ 161 000 kilomètres, ce qui porte à environ 370 000 kilomètres de parcours, ou en raison du parcours moyen annuel des locomotives américaines, à environ six, ans la durée des tubes en fer.

Grille (*grate*). — Lorsque le combustible est le bois ou la houille

1. L'usage de cet outil est aujourd'hui assez répandu en Europe.

grasse, la grille est formée de barres qui généralement sont en fonte; on emploie des tubes creux en fer, par lesquels circule l'eau, dès que c'est à la houille maigre ou à l'anthracite que se fait le chauffage.

En pareil cas, le quart environ des barreaux de la grille sont pleins et susceptibles d'être enlevés pour le nettoyage de la grille.

En face de chaque barre tubulaire, l'enveloppe extérieure porte un boulon taraudé qui s'enlève lorsqu'il s'agit de la nettoyer. Grâce à l'inclinaison que l'on donne à ces tubes vers l'avant, la circulation de l'eau y est assez active pour réduire considérablement les dépôts et pour leur assurer une longue durée. Vu les grandes dimensions données généralement à la grille, des sommiers transversaux doivent être établis pour réduire la portée des barreaux en fonte qui la constituent ou pour soutenir les barreaux en fer ou les tubes qui sans cela seraient trop exposés à la flexion.

Dans les grilles formées de tubes, on a soin de ne pas placer dans un même plan toutes les barres. Les barres pleines amovibles sont placées plus bas que les barres creuses, et ces dernières sont échelonnées dans chaque intervalle, de façon que le tube, qui se trouve placé au milieu de l'intervalle entre deux barres pleines, soit le plus élevé, tandis que les barreaux intermédiaires viennent de part et d'autre se raccorder au niveau des barres pleines (pl. XX, fig. 3 et 4).

En retirant les barres pleines, on peut faire tomber le feu et nettoyer la grille.

Lorsque l'on brûle de la houille qui encrasse facilement la grille et crée ainsi un obstacle à l'introduction de l'air, on donne souvent aux grilles une disposition particulière pour opérer d'une manière presque continue le décrassage de la grille.

C'est en rendant les barreaux mobiles, et en faisant en sorte que le chauffeur puisse au moyen d'un levier imprimer simultanément à tous les barreaux un mouvement de rotation ou de soulèvement que l'on atteint ce but. Les constructions les plus variées ont été proposées et appliquées pour ces grilles dites à secousses (*shaking* ou *rocking grates*).

Les barreaux de la grille à secousses (pl. XIX, fig. 3) sont en fonte; ils sont munis de bras de levier dirigés vers le bas et tous ces bras se trouvent reliés à une tringle de commande qui peut être manœuvrée par le chauffeur. La partie antérieure de la grille,

au lieu d'être formée par des barreaux, est constituée par une plaque en fonte perforée (pl. XIX, fig. 4). Au moyen d'une manivelle appliquée extérieurement à la boîte à feu, on peut faire pivoter autour d'un axe horizontal cette plaque perforée qui déverse alors les cendres et les escarbilles que le chauffeur y a poussées au moyen d'un ringard. Les barres de la grille, pour faciliter l'accès de l'air, sont souvent de forme contournée, ou bien en zigzag, ainsi que le montrent la figure 2, pl. XV, et la figure 2, pl. XVII.

Les secousses données pour assurer le décrassage de la grille sont encore plus énergiques, lorsque les barres de la grille sont remplacées par une série de plaques en fonte montées sur des arbres transversaux; ce dernier système de construction de la grille est toutefois trop coûteux pour être fréquemment employé.

Boîte à fumée et cheminée (*smoke-box; stack*). — La boîte à fumée repose directement sur les cylindres, dont les lumières d'échappement s'ouvrent dans cette boîte. Le tuyau qui raccorde ces orifices, et qui règle la hauteur à laquelle la vapeur vient déboucher dans la cheminée pour en augmenter le tirage, est fixé à l'intérieur. Le devant de la boîte à fumée est fermé par une grande plaque en fonte au-dessus de laquelle se trouve la console supportant le fanal[1] (*headlight*), dont le verre a de $0^m,50$ à $0^m,60$ de diamètre.

Les constructeurs américains attachent une grande importance à l'arrêt des étincelles, et ils ont cherché à atteindre ce but en compromettant le moins possible le tirage.

Les chemins de fer empruntant le plus souvent les rues des localités desservies, où beaucoup de constructions sont en bois, les étincelles présentent en effet de grands dangers, surtout quand on emploie du bois comme combustible. L'entraînement des étincelles avec l'emploi du charbon bitumineux ou de l'anthracite est bien moindre qu'avec celui du bois ou des lignites qui est devenu assez rare; toutefois il n'est pas complètement supprimé, et il y a lieu de reconnaître que, si les grandes boîtes à eu contribuent, ainsi que l'admission de l'air dans l'espace où se fait la combustion, à diminuer la production des étincelles, la longueur moindre et le

1. Ce fanal est alimenté avec de l'huile minérale dite cérosine dont le litre revient à environ 20 centimes. On en consomme près de 2 litres par heure.

diamètre plus grand des tubes opposent un obstacle moins efficace à leur entraînement.

Les appareils que l'on emploie pour arrêter les étincelles (*spark arresters*) sont logés, soit dans la boîte à fumée, soit dans la cheminée.

La figure 3 de la planche XVIII montre une disposition souvent employée. Un entonnoir est placé au-dessus de la cheminée, et l'on recouvre en outre l'orifice supérieur de la cheminée d'une toile métallique[1]. Les étincelles s'accumulent alors entre la cheminée et le manteau qui l'enveloppe; le diamètre en est considérablement augmenté de manière à créer un réservoir suffisant.

Un moyen plus usité pour arrêter les étincelles consiste dans l'introduction d'un obstacle à l'intérieur de la boîte à fumée. Dans ce cas, les particules de charbon sont retenues dans la boîte à fumée, dont le nettoyage se fait par la porte en fonte, ménagée dans sa face antérieure (pl. XVIII, fig. 3). Dès lors on n'entoure plus la cheminée d'un manteau; tout au plus la recouvre-t-on d'une toile métallique.

C'est également une toile métallique disposée en forme de panier, par laquelle se tamisent les gaz qui sortent des tubes, qui sert à arrêter les flammèches dans la boîte à fumée.

Les obstacles introduits dans les boîtes à fumée, et placés plus particulièrement devant les rangées supérieures des tubes, n'ont pas du reste seulement pour objet d'empêcher la sortie des flammèches ; ils sont en outre destinés à rendre le tirage aussi uniforme que possible dans les différentes rangées de tubes, dont les plus élevés seraient sans cela portés à une température bien supérieure à celle des tubes inférieurs.

L'introduction de ce système de diaphragmes en tôle dans la boîte à fumée est due à l'usine de Rogers à Paterson (New-Jersey) ; elle avait été à l'origine proposée en vue de l'emploi du bois comme combustible, et a donné, à ce point de vue, d'excellents résultats[2].

1. Le nettoyage de cette toile métallique qui recouvre la cheminée se fait en y allumant un feu de copeaux de bois.

2. Le trajet de Saint-Louis à Jefferson City, qui est de 201k, a pu être fait avec une machine munie de ce diaphragme en brûlant seulement 3,63 stères de bois de chêne. Cette machine était en pression au départ; elle devait traîner un train composé de trois voitures à voyageurs (contenant 106 personnes), d'un wagon à bagages et d'un wagon de messageries de la compagnie Adams, également chargé. Les premiers 72 kilomètres renferment des rampes assez longues, de 9 millimètres par mètre; sur le reste du parcours, la ligne ne présente que des rampes de 2 et de 4 millimètres par mètre; mais les courbes y sont

Son emploi avec quelques modifications n'a pas tardé à se généraliser, et à s'étendre même aux locomotives chauffées à la houille.

Pompes et injecteurs. — L'injecteur, bien qu'adopté depuis longtemps en Amérique, n'a pas fait encore supprimer les pompes, et il n'est guère de locomotive qui ne soit pourvue d'une pompe. Les constructeurs américains ne paraissent pas partager la confiance qu'inspire, de ce côté de l'Atlantique, l'emploi de l'injecteur; c'est bien l'injecteur qui dans les locomotives fonctionne habituellement pour assurer l'alimentation, mais on tient la pompe en réserve pour le cas où il cesserait de fonctionner[1].

Nous avons déjà vu que le chauffage de l'eau d'alimentation au moyen de la vapeur prise à l'échappement était loin d'être la règle. Il n'est guère pratiqué que sur les locomotives construites par M. Wootten pour le Philadelphia-Reading R.R., et il n'élève jamais la température de l'eau assez pour compromettre le jeu des injecteurs.

L'hésitation des constructeurs américains à supprimer la pompe alimentaire est d'autant plus surprenante, qu'indépendamment des injecteurs européens les plus perfectionnés, tels que l'injecteur Friedmann, des injecteurs dus à des constructeurs américains et fonctionnant de la manière la plus satisfaisante sont depuis longtemps en usage aux États-Unis.

MM. W. Sellers et Co, de Philadelphie, fabriquent des injecteurs formant une série de numéros dont le premier est l'injecteur Giffard primitif, et dont le dernier présente l'avantage particulièrement recherché des Américains de se régler automatiquement. L'injecteur connu sous le nom de *Sellers'self regulating injector*, une fois le débit de l'eau d'alimentation réglé à l'origine par l'ouverture d'admission dans la chaudière, règle lui-même par le déplacement d'un anneau obturateur l'arrivée de la vapeur et celle de l'eau venant du tender[2].

---

fortes et fréquentes. La machine pesait 28 tonnes. La consommation de bois par kilomètre de parcours fait dans ces conditions n'a donc été que de 0,018 stères de bois de chêne. Il est juste de dire que ce chiffre est notablement inférieur à celui de la consommation moyenne.

1. Nous devons constater toutefois que sur les dernières machines mises en construction par la Compagnie de Louisville-Nashville les pompes ont été supprimées.

2. Malgré l'habitude conservée par les constructeurs américains, comme par leurs confrères anglais, de ne compter que par unités de mesure anglaises, l'usage a prévalu d'indiquer la puissance de ces appareils par des numéros qui ne sont autre chose que le nombre de millimètres du diamètre intérieur du tuyau d'alimentation débouchant dans la chaudière.

Prise de vapeur. — Dans le dôme de prise de vapeur placé tantôt à l'arrière, tantôt vers le milieu de la longueur de la chaudière de manière à fournir de la vapeur aussi sèche que possible, se trouve l'appareil régulateur de la prise de vapeur.

Cet appareil consiste, non dans le système de tiroirs ou papillons encore employé en Europe, mais en un régulateur équilibré se composant de deux soupapes montées sur une même tige verticale (*double poppet valve*), démasquant une ouverture plus ou moins grande suivant la quantité dont on la soulève.

Pour faciliter le montage et le démontage de cet appareil régulateur (pl. XVII, fig. 1, et pl. XIX, fig. 3), on le dispose de manière à pouvoir l'introduire par le haut. A cet effet, le diamètre de la soupape inférieure est moindre que celui de la soupape jumelle montée sur le même arbre. Il en résulte que l'effort requis pour la manœuvre de ce régulateur est seulement proportionnel à la différence des surfaces des deux soupapes.

Le mécanicien commande la prise de vapeur par un système de leviers se reliant à la tige commune de ces soupapes.

Le levier de manœuvre du régulateur se trouve quelquefois remplacé par un volant à main.

Tuyaux d'échappement. — Quoique les corps des deux cylindres se touchent toujours par le milieu, les tuyaux d'échappement des deux cylindres ne se confondent pas. Ils débouchent séparément dans la boîte à fumée, et c'est là seulement qu'ils se réunissent, tout en restant chacun muni d'un obturateur séparé sous forme de clapet, qui est aussi réglé par le mécanicien.

Le tirage dans chaque rangée horizontale de tubes est réglé à la fois par la hauteur à laquelle s'élèvent les tuyaux d'échappement dans la boîte à fumée, et par l'établissement d'un diaphragme partant du haut de la boîte à fumée, dont il a été parlé plus haut.

Soupapes de sûreté. — Une construction digne d'attirer l'attention est celle adoptée par beaucoup d'établissements et en particulier par celui de Rogers, pour les soupapes de sûreté. Les soupapes de sûreté, telles qu'on les fait encore le plus souvent en Europe, présentent cet inconvénient que, par le soulèvement de la soupape, la pression dans le tuyau ou le dôme qui porte la soupape baisse rapidement, et permet dès lors au ressort de la refermer avant

même que la pression dans le reste de la chaudière ait baissé sensiblement. Il résulte de là des intermittences d'ouverture et de fermeture, jusqu'à ce que la pression de la vapeur l'emporte de beaucoup sur la pression exercée par le ressort.

Le moyen employé pour éviter cet inconvénient consiste à construire la soupape de telle sorte que la vapeur qui la soulève ne soit pas prise à proximité de l'orifice démasqué par ce soulèvement.

Ainsi que le montre la figure 11, pl. XIV, la vapeur qui soulève la soupape arrive dans l'espace compris entre la couronne qui guide la soupape et le couvercle de celle-ci par un tuyau qui se prolonge à une certaine distance dans la chaudière. Le soulèvement de la soupape découvre un anneau circulaire, et la vapeur y arrive par un tuyau de faible longueur qui entoure le long tuyau portant la soupape.

Quelle que soit du reste la construction adoptée pour les soupapes de sûreté, on cherche généralement à mettre le mécanicien à même de pouvoir donner au ressort chargeant la soupape une tension inférieure d'une quantité déterminée à la tension normale.

A cet effet l'extrémité inférieure du ressort, au lieu d'être fixe, est rattachée à un levier que le mécanicien déplace à volonté pour diminuer la tension du ressort. Souvent on se contente de deux positions, dont l'une correspond à la tension réglementaire, l'autre, à une tension moindre d'environ deux atmosphères. L'extrémité inférieure du ressort étant attachée au collier d'un petit excentrique calé sur l'arbre du levier de manœuvre de la soupape, la position verticale ou horizontale du levier correspond aux deux tensions prévues.

Pour pouvoir varier la diminution de tension à volonté, on munit quelquefois le levier de la soupape d'un rochet, qui le fixe dans les positions intermédiaires[1].

Cabine du mécanicien (*cab*). — En Europe, où l'opinion a prévalu longtemps que le mécanicien devait être entièrement sans abri, afin que rien ne pût venir lui barrer la vue, et qu'il fût maintenu dans une situation où il lui fût impossible de se reposer, le nombre des chemins de fer qui mettent leurs mécaniciens à couvert est encore jusqu'à présent fort restreint; en Amérique, au contraire, tout le monde est d'accord pour reconnaître que l'em-

1. Couche, III, p. 931; pl. XX, fig. 12.

ployé entre les mains duquel repose le salut du train entier mérite les plus grands égards, et que sa mise à l'abri des intempéries n'entraîne nullement un relâchement dans l'exercice de ses fonctions. Quant à la liberté de la vue, elle n'est pas plus gênée certainement par les montants de la cabine, que par les dômes de vapeur et par la cheminée. Le mécanicien américain trouve dans sa cabine toutes ses aises. Il n'est pas obligé de quitter sa place pour faire son service : devant lui se trouvent le manomètre, une horloge, un cadre renfermant le tableau de la marche des trains, de même que tous les robinets et leviers dont il a à se servir pour graisser toutes les pièces de la machine, pour régler la marche du feu, l'admission ou l'échappement de la vapeur, pour nettoyer la grille à barres mobiles, pour faire jouer le sifflet ou sonner la cloche, pour serrer ou desserrer les freins; en un mot, dans la cabine sont réunis tous les fils par lesquels se dirige la force motrice, et le mécanicien y est aussi bien installé que possible.

Les fenêtres sont fermées par des châssis mobiles autour d'axes verticaux passant par le milieu de chaque châssis et permettant de les arrêter dans une position quelconque. Un siège se trouve de chaque côté dans la cabine, et le mécanicien admet parfaitement que le chauffeur vienne de temps en temps s'y reposer près de lui.

Avec les dispositions ordinaires des locomotives, il va de soi que la cabine ne peut être fermée à l'arrière. M. Forney propose pour ses locomotives-tenders de clore même l'arrière de la cabine, ce qui est possible, en comprenant la soute à charbon du tender dans l'intérieur de la cabine.

Tel est l'ensemble des dispositions générales par lesquelles les locomotives américaines se distinguent des locomotives européennes

Nous ajouterons que pour ce qui est du mode d'action de la vapeur, les ingénieurs américains cherchent plutôt à obtenir le maximum de puissance à un moment donné qu'à tirer de la vapeur le travail le plus économique en circonstances normales ; aussi la détente y est-elle poussée généralement moins loin qu'en Europe : le recouvrement donné aux tiroirs y est en conséquence plus faible, tandis qu'on donne habituellement une grande section aux lumières d'introduction et d'échappement.

Nous compléterons les indications qui précèdent par la description d'un certain nombre de machines des divers types.

DESCRIPTION SOMMAIRE DE QUELQUES LOCOMOTIVES.

Locomotives du Pennsylvania Rail Road[1].

Le nombre des types de locomotives de ce chemin de fer est de dix ; ils diffèrent entre eux, tant au point de vue de l'usage auquel sont affectées les machines, qu'en raison du combustible qu'on y brûle. Nous avons donné pl. XXI, fig. 3, 4, 5 et 6, les diagrammes de quelques-unes de ces locomotives.

Chaque classe de machines est désignée par une lettre; celle désignée par la lettre C, qui comprend deux variétés, l'une, pour charbon bitumineux, l'autre, pour anthracite, est la plus répandue.

Le tableau ci-après résume les principales dimensions relatives à ces diverses classes. Nous ajouterons à titre de renseignement sur le choix des matériaux, que les roues motrices sont en fonte avec bandages en acier, sauf pour les locomotives des classes F et H, faisant le service des gares, dans lesquelles les roues motrices sont, comme les roues des trucks, en fonte coulée en coquille. Toutes les chaudières sont en acier, les tubes, en fer. Les châssis sont tous intérieurs et en fer forgé. La pression effective de la vapeur est d'environ 9 atmosphères; le combustible employé est la houille grasse (*bituminous coal*) pour toutes les locomotives énumérées, sauf pour la locomotive N° IV de la classe C, qui est construite pour brûler de l'anthracite, et dont la surface de grille est pour cette raison 1,65 fois plus grande que celle de la machine analogue (N° III, classe C), qui brûle de la houille. La surface de chauffe directe est environ 1,37 fois plus grande que dans cette dernière machine, tandis que la surface de chauffe totale n'est agrandie que dans le rapport de 1 à 1,10.

---

1. Le Pennsylvania R.R. a été décrit avec beaucoup de détails dans l'*Engineering*. Les divers articles de ce journal relatifs au Pennsylvania R.R. ont été réunis par M. James Dredge dans une publication qui a paru en 1879, et à laquelle nous avons fait plusieurs emprunts.

Nous avons également utilisé des notes inédites de M. E. E. Schaar, directeur de la traction des chemins de fer de l'État belge, membre du Jury de l'Exposition universelle de Philadelphie (1876), ainsi que le rapport publié par M. de Feyrer (Vienne, 1877), sur les locomotives qui figuraient à cette Exposition.

LOCOMOTIVES DU PENNSYLVANIA RAIL ROAD.

DÉSIGNATION.		I LOCOMOTIVES A VOYAGEURS — Classe A.	II LOCOMOTIVES A VOYAGEURS — Classe B	III LOCOMOTIVES A VOYAGEURS (à houille). — Classe C.	IV LOCOMOTIVES A VOYAGEURS (à anthracite). — Classe C.	V LOCOMOTIVES A MARCHANDISES. — Classe D.	VI LOCOMOTIVES A MARCHANDISES. — Classe E.	VII LOCOMOTIVES-TENDERS POUR SERVICE DE GARE. — Classe F.	VIII LOCOMOTIVES A VOYAGEURS. — Classe G.	IX LOCOMOTIVES POUR SERVICE DE GARE. — Classe H.	X LOCOMOTIVES A MARCHANDISES. — Classe I.
Cylindres	Diamètre	$0^{m},432$	$0^{m},458$	$0^{m},432$	$0^{m},432$	$0^{m},458$	$0^{m},458$	$0^{m},381$	$0^{m},381$	$0^{m},381$	$0^{m},508$
	Course	$0^{m},610$	$0^{m},610$	$0^{m},610$	$0^{m},610$	$0^{m},559$	$0^{m},559$	$0^{m},458$	$0^{m},559$	$0^{m},559$	$0^{m},610$
Roues motrices	Nombre	4	4	4	4	6	6	6	4	6	8
	Diamètre	$1^{m},728$	$1^{m},576$	$1^{m},576$	$1^{m},576$	$1^{m},423$	$1^{m},271$	$1^{m},118$	$1^{m},423$	$1^{m},118$	$1^{m},271$
Roues porteuses à l'avant	Nombre	4	4	4	4	4	4	—	4	—	2
	Diamètre	$0^{m},763$	$0^{m},712$	$0^{m},712$	$0^{m},712$	$0^{m},712$	$0^{m},661$	—	$0^{m},661$	—	$0^{m},712$
Écartement des essieux moteurs		$2^{m},440$	$2^{m},593$	$2^{m},593$	$2^{m},593$	$3^{m},787$	$3^{m},863$	$2^{m},974$	$2^{m},135$	$2^{m},999$	$4^{m},168$
Id. extrêmes		$6^{m},853$	$6^{m},853$	$6^{m},853$	$6^{m},853$	$7^{m},218$	$7^{m},218$	$2^{m},974$	$6^{m},040$	$2^{m},999$	$6^{m},558$
Chaudière	Moindre diamètre intérieur	$1^{m},239$	$1^{m},239$	$1^{m},239$	$1^{m},239$	$1^{m},239$	$1^{m},223$	$1^{m},083$	$1^{m},134$	$1^{m},134$	$1^{m},357$
	Haut. de l'axe au-dessus des rails	$1^{m},932$	$1^{m},881$	$1^{m},881$	$1^{m},881$	$1^{m},855$	$1^{m},805$	$1^{m},614$	$1^{m},779$	$1^{m},614$	$1^{m},957$
Tubes	Nombre	142	155	155	183	119	123	89	130	91	138
	Diamètre intérieur	51^{mm}	51^{mm}	51^{mm}	44^{mm}	57^{mm}	57^{mm}	51^{mm}	44^{mm}	57^{mm}	57^{mm}
	Longueur entre plaques	$3^{m},344$	$3^{m},230$	$3^{m},230$	$3^{m},191$	$3^{m},865$	$3^{m},731$	$3^{m},789$	$2^{m},923$	$3^{m},975$	$3^{m},913$
Surfaces de chauffe	Tubes	$85^{mq},610$	$87^{mq},590$	$87^{mq},590$	$93^{mq},242$	$72^{mq},745$	$91^{mq},589$	$60^{mq},564$	$60^{mq},665$	$72^{mq},180$	$107^{mq},755$
	Boîte à feu	$12^{mq},250$	$10^{mq},705$	$10^{mq},705$	$14^{mq},746$	$8^{mq},925$	$10^{mq},348$	$5^{mq},700$	$6^{mq},421$	$7^{mq},357$	$9^{mq},385$
	Totale	$97^{mq},860$	$98^{mq},295$	$98^{mq},295$	$107^{mq},988$	$101^{mq},670$	$101^{mq},937$	$66^{mq},264$	$67^{mq},086$	$79^{mq},537$	$117^{mq},140$
Surface de grille		$1^{mq},497$	$1^{mq},637$	$1^{mq},637$	$2^{mq},709$	$1^{mq},349$	$1^{mq},520$	$0^{mq},995$	$1^{mq},237$	$1^{mq},228$	$2^{mq},139$
Section minima de la cheminée		$0^{mq},164$	$0^{mq},164$	$0^{mq},164$	$0^{mq},164$	$0^{mq},164$	$0^{mq},164$	$0^{mq},114$	$0^{mq},147$	$0^{mq},114$	$0^{mq},203$
Poids de la locomotive à vide		$29^{t},536$	$30^{t},396$	$30^{t},260$	$31^{t},089$	3[illegible]t,030	$31^{t},348$	$23^{t},783$	$24^{t},530$	$24^{t},054$	$27^{t},205$
Id. en service		$32^{t},570$	$34^{t},587$	$34^{t},202$	3[illegible]t,674	$35^{t},062$	$34^{t},197$	$28^{t},765$	$27^{t},180$	$27^{t},384$	$41^{t},513$

Locomotive à voyageurs de la ligne de Pittsburg, Fort Wayne et Chicago. — Cette locomotive, qui est un des bons types de la construction dite « *American* » se trouve reproduite pl. XIII; les figures 1 à 6 de la planche XIV donnent les détails de construction de la chaudière et de la distribution. Elle est destinée à brûler de la houille; la vapeur y atteint la pression effective de 9 atmosphères. La chaudière, ainsi que la boîte à feu, est en tôle d'acier, et toutes les rivures sont doubles. Les épaisseurs des tôles sont :

Corps cylindrique	8^{mm}
Plaque tubulaire dans la boîte à feu	19^{mm}
» » » à fumée	$12^{mm},7$

Le dôme de prise de vapeur se trouvant au-dessus de la boîte à feu, l'enveloppe extérieure de celle-ci a été surélevée pour obtenir un plus vaste réservoir de vapeur.

Pour assurer cette machine contre les déraillements, lorsqu'elle marche à son maximum de vitesse, 36 pour cent de son poids environ sont reportés sur le truck. Les roues motrices antérieures sont sans boudin. Les cylindres ont une inclinaison vers l'arrière de 26 millimètres par mètre, de même que les longerons.

Les principales dimensions de cette locomotive se trouvent inscrites sur la planche XIII.

Locomotives du Louisville and Nashville Rail Road.

Cette Compagnie de chemin de fer avait, il y a quelques années, deux types de locomotives à voyageurs, et quatre types de locomotives à marchandises.

Les locomotives à voyageurs du chemin de fer de Louisville-Nashville sont à deux essieux moteurs et à truck à quatre roues. Le type léger (pl. XXI, fig. 11) pèse $29^{t},900$, l'autre, $34^{t},300$; il a des essieux moteurs espacés de $2^{m},31$ supportant ensemble $19^{t},250$. Les roues motrices ont $1^{m},73$ de diamètre; celles du truck ont $0^{m},661$ de diamètre et sont espacées de $1^{m},68$. L'écartement des essieux extrêmes est de $6^{m},58$.

Le type plus lourd pèse $34^{t},300$ dont $21^{t},500$ sont supportées par les essieux moteurs, espacés de $2^{m},54$ et munis de roues de $1^{m},68$ de diamètre. L'écartement des essieux est le même que pour les locomotives légères.

Tout récemment (1881), les locomotives de ce dernier type viennent de recevoir des modifications qui permettent de classer ces machines parmi les locomotives à marchandises; nous n'en donnons que le diagramme (pl. XXI, fig. 10), que complétera le détail donné ci-après des principales dimensions et dispositions de ce type.

Cylindres	Diamètre		0^{m},458
	Course		0^{m},610
	Lumières	Longueur	0^{m},432
		Largeur (introduction)	0^{m},032
		» (échappement)	0^{m},060
Tiroirs. (Système Allen à double admission.)	Course		0^{m},127
	Recouvrement extérieur		0^{m},025
	» intérieur		0^{m},0016
	Conduits d'échappement (doubles)		92^{mm} × 54^{mm}
Roues	Diamètre des roues motrices		1^{m},601
	» » » du truck		0^{m},763
	Écartement des essieux moteurs		2^{m},745
	» » » extrêmes		7^{m},066
	Fusées des essieux moteurs	Diamètre	0^{m},179
		Longueur	0^{m},216
	Tourillons des bielles principales	Diamètre	0^{m},114
		Longueur	0^{m},108
Chaudière	Moindre diamètre extérieur		1^{m},373
	Épaisseur des tôles		11^{mm}
	Tubes	Nombre	195
		Diamètre extérieur	51^{mm}
		Longueur	3^{m},495
Boîte à feu	Longueur		2^{m},138
	Largeur intérieure	En bas	0^{m},877
		En haut	1^{m},169
	Épaisseur	Tôle formant ciel	9^{mm},6
		Tôles des côtés	8^{mm}
		Tôle tubulaire	11^{mm},2
Surface de la grille			1^{m},605
Surface de chauffe dans la boîte à feu			19^{m},44
» » » les tubes			108^{m},72
» » totale			128^{m},16
Charge en service	Essieux moteurs		26^{t},9
	Truck		14^{t},1
	Poids total		41 tonnes,

L'alimentation est faite par deux injecteurs n° 7.

Les locomotives à marchandises du chemin de fer de Louisville-Nashville sont construites en général suivant les types dits « Mogul » (pl. XV) et « Consolidation » (pl. XVII); il y a en outre des machines moins puissantes à huit roues, dont quatre motrices, et d'autres à dix roues, dont six motrices.

Le tableau suivant donne les poids et la répartition des poids pour ces quatre types de locomotives à marchandises.

DÉSIGNATION DES TYPES.	POIDS TOTAL de la LOCOMOTIVE.	CHARGES	
		SUR LES ESSIEUX moteurs.	SUR LE TRUCK.
	kilog.	kilog.	kilog.
Huit roues	28,791	19,950	8,841
Dix roues	38,992	27,657	11,335
Mogul	36,272	29,924	6,348
Consolidation	44,882	38,852	6,030

Les locomotives des types Mogul et Consolidation étant les plus répandues, nous en avons donné les principaux détails pl. XV à XIX, ce qui nous dispense d'en faire ici une description détaillée. Toutefois nous croyons devoir mettre en regard dans le tableau ci-dessous une liste des principaux éléments des locomotives des types Mogul et Consolidation.

DÉSIGNATION DES PIÈCES.		MOGUL.	CONSOLIDATION.
Cylindre	Diamètre	$0^m,458$	$0^m,508$
	Course	$0^m,610$	$0^m,610$
Chaudière	Diamètre	$1^m,068$	$1^m,400$
Tubes	Nombre	170	174
	Diamètre	51^{mm}	51^{mm}
	Longueur	$3^m,457$	$4^m,080$
Boîte à feu	Largeur	$0^m,934$	$0^m,874$
	Longueur	$1^m,563$	$2^m,222$
	Hauteur	$1^m,700$	$1^m,160$
Diamètre des roues	motrices	$1^m,373$	$1^m,271$
	porteuses	$0^m,763$	$0^m,763$
Charge	par essieu moteur	$9^t,975^k$	$9^t,713^k$
	» » porteur	$6^t,348$	$6^t,030$

Dans les locomotives Mogul, les roues de l'essieu moteur central sont sans boudin, tandis que dans la locomotive Consolidation, ce sont les roues de l'essieu moteur d'avant qui sont à bandage plat.

Les ateliers du Louisville-Nashville R.R. n'ayant pu suffire pour

fournir toutes les locomotives dont ce chemin avait besoin, la Compagnie a dû en commander un certain nombre à l'usine de Rogers à Paterson (N. J.).

Nous donnons ci-après les dimensions des locomotives « Mogul » fournies en 1880 par l'établissement de Rogers, qui diffèrent sous quelques rapports des locomotives du même type, dont les planches XV et XVI donnent les dimensions.

PRINCIPALES DIMENSIONS D'UNE LOCOMOTIVE, TYPE MOGUL, CONSTRUITE PAR « THE ROGERS LOCOMOTIVE WORKS », A PATERSON (N. J.), POUR LE LOUISVILLE-NASHVILLE RAIL ROAD.

Chaudière	Longueur	6m,214
	Diamètre près de la boîte à fumée	1m,373
	Épaisseur	11mm
Boîte à feu	Longueur intérieure	1,830
	Largeur »	0,852
	Hauteur »	1,805
	Épaisseur des tôles d'acier du pourtour	8mm
	» » du ciel	10mm
	» de la plaque tubulaire	12mm,7
Tubes	Nombre	200
	Diamètre extérieur	51mm
	Longueur	3m,330
	Distances entre eux	19mm
Entretoises doubles au-dessus du ciel de la boîte à feu	Hauteur	127mm
	Épaisseur	19mm
	Distance au ciel de la boîte à feu.	38mm
Dôme	Diamètre	0m,763
	Hauteur	0m,763
Roues motrices	Diamètre	1m,366
	Bandages en acier des roues extérieures avec boudin — Largeur	146mm
	Bandages en acier des roues extérieures avec boudin — Épaisseur	73mm
	Bandages en acier des roues du milieu sans boudin — Largeur	165mm
	Bandages en acier des roues du milieu sans boudin — Épaisseur	73mm
Roues porteuses : Diamètre		0m,839
Châssis	Largeur extérieure	1m,284
	Épaisseur	89mm
Longueur totale de base		7m,066
Écartement des essieux moteurs extrêmes		4m,727
» des deux premiers essieux moteurs		2m,084
Cylindres	Diamètre	0m,508
	Course	0m,610
	Écartement d'axe en axe	2m,135
Lumières d'introduction	Longueur	407mm
	Largeur	38mm
Lumières d'échappement	Longueur	407mm
	Largeur	62mm

Largeur d'appui du tiroir		476^{mm}
Maximum de course du tiroir		127^{mm}
Recouvrement extérieur		22^{mm}
» intérieur		$1^{mm},2$
Coulisse	Rayon	$1^{m},214$
	Longueur intérieure	508^{mm}
	Ouverture (largeur)	76^{mm}
	Épaisseur	35^{mm}
Levier de suspension : Longueur		407^{mm}
Excentrique	Diamètre	394^{mm}
	Excentricité	67^{mm}
Fusées des essieux moteurs	Longueur	203^{mm}
	Diamètre	192^{mm}
» » » porteurs	Longueur	254^{mm}
	Diamètre	127^{mm}
Les guides des têtes de piston sont placées au-dessus de la tige du piston et formées de deux pièces en acier ayant,		
l'une : une hauteur de		159^{mm}
l'autre : une hauteur de		118^{mm}
chacune : une épaisseur de		64^{mm}
Tourillon de la tête du piston en acier	Longueur	83^{mm}
	Diamètre	89^{mm}
Bielles	motrices, longueur entre centres	$2^{m},090$
	antérieures » »	$2^{m},084$
	postérieures » »	$2^{m},643$
Tourillons des bielles (En acier.)	motrices. Diam. : 133^{mm}, long.	89^{mm}
	» » 127^{mm}, »	127^{mm}
	antérieures » 102^{mm}, »	89^{mm}
	posterieures » 102^{mm}, »	86^{mm}
Cheminée	Diamètre	$0^{m},458$
	Toile métallique de recouvrement, mailles de	6^{mm}
Poids total en service		$44^{t},553^{k}$
Dont sur les essieux moteurs		$35^{t},515^{k}$
sur le truck		$9^{t},038^{k}$

Alimentation : 2 injecteurs Friedmann n° 8, pas de pompe.

Locomotives du chemin de fer de Philadelphia-Reading.

Le chemin de fer de Philadelphia - Reading s'écarte un peu pour la construction de ses locomotives des types usités sur les autres chemins de fer des États-Unis. S'il se rapproche de la construction européenne pour le châssis, qu'il fait, ainsi que nous l'avons déjà dit, en fers méplats et non en fer carré, il s'en écarte d'autre part plus que tous les autres pour la disposition de la chaudière.

La forme donnée à la chaudière, et en particulier à la boîte à feu et à la grille, a pour motif la nature du combustible exclusivement

employé, qui est l'anthracite. Ce chemin de fer traversant le bassin le plus important d'anthracite des États-Unis[1], et la Compagnie de Philadelphia-Reading ayant de plus des intérêts dans un grand nombre de mines de ce combustible, on a cherché à utiliser dans cette machine les menus d'anthracite, dont des quantités considérables se trouvent amoncelées aux abords des mines. C'est en vue de cette utilisation que M. Wootten, l'habile directeur du service de la traction du Philadelphia-Reading R.R., a imaginé les dispositions d'une première machine à marchandises construite en 1876 et portant le n° 408, dont nous donnons les dessins pl. XX, fig. 1 à 6.

Depuis cette époque soixante-quinze locomotives ont été construites sur le même type.

Les principales dimensions de cette locomotive n° 408 sont les suivantes :

Diamètre des cylindres		$0^m,458$
Course des pistons		$0^m,610$
Diamètre...	des 6 roues motrices	$1^m,373$
	des 4 roues porteuses	$0^m,763$
Écartement des essieux moteurs		$2^m,872$
Écartement extrême des essieux		$6^m,227$
Diamètre de la chaudière près de la boîte à fumée		$1^m,156$
» » » à feu		$1^m,373$
Tubes...	Nombre	160
	Longueur	$3^m,101$
	Diamètre extérieur	51^{mm}
Boîte à feu...	Longueur intérieure	$2^m,593$
	Largeur »	$2^m,300$
Chambre de combustion : longueur		$0^m,915$
Surface de la grille		$5^{mq},964$
Surface de chauffe...	Boîte à feu	$9^{mq},858$
	Chambre de combustion	$2^{mq},418$
	Tubes	$79^{mq},050$
	Totale	$91^{mq},326$
Diamètre de la cheminée		$0^m,521$
Diamètre du tuyau d'échappement		102 à 127^{mm}
Poids sur les 3 essieux moteurs		$30^t,759^k$
» » 2 essieux porteurs		$8^m,267$
» total de la machine		$39^t,026$

Ainsi que le montrent les figures 2 et 4, pl. XX, la grille, pour pouvoir atteindre la grande largeur de $2^m,300$, qui entraîne un certain surplomb sur le châssis, a dû être placée au-dessus du châssis.

1. Les mines d'anthracite de la Pennsylvanie ont fourni en 1880 plus de 23 000 000 de tonnes d'anthracite.

Malgré l'élévation du centre de gravité qui résulte de cette disposition, la marche des locomotives de ce système, est, grâce à la bonne suspension et en particulier au truck articulé, très stable. Rappelons aussi que les roues motrices n'ont que $1^m,373$ de diamètre.

Après les résultats obtenus avec la machine ci-dessus décrite, qui a pu faire jusqu'à 40 kilomètres à l'heure, on n'a pas hésité à munir des locomotives du type Consolidation de grilles Wootten[1]. Ces grilles sont formées en partie par des barreaux creux. La couche d'anthracite répandue sur la grille doit toujours être mince, ce qui nécessite un rechargement fréquent.

Pour la construction des chaudières, la compagnie du Philadelphia-Reading R.R., qui construit la majeure partie de ses locomotives dans ses propres ateliers, emploie des tôles en fer au bois, soufflé à froid.

Les rivures se font à doubles rangées; les rivets ont $17^{mm},5$ de diamètre et sont placés à 43 millimètres d'axe en axe. La tôle employée pour le corps cylindrique de la chaudière n'a que $9^{mm},5$ d'épaisseur près de la boîte à fumée, c'est-à-dire là où le diamètre n'est que de $1^m,156$; mais on lui donne $12^{mm},7$ près de la boîte à feu, où le diamètre atteint $1^m,373$.

Les deux dômes dont la chaudière est munie sont égaux; ils ont $0^m,559$ de diamètre et $0^m,712$ de hauteur.

Les tubes sont en fer étiré et à soudure avec recouvrement.

Les tôles employées pour la boîte à feu sont en acier de la meilleure qualité; les deux faces latérales ont $6^{mm},3$, la face postérieure et le ciel, 8 millimètres, et la plaque tubulaire, $9^{mm},5$ d'épaisseur. L'espace entre les tôles extérieures et intérieures n'est nulle part inférieur à 89 millimètres; cet écartement est assuré au moyen d'entretoises taraudées de 19 millimètres de diamètre vissées à travers les deux enveloppes; ces entretoises sont espacées d'au plus 102 millimètres. Ce moyen d'assemblage, également employé pour la tôle du ciel de la boîte à feu, a permis de supprimer les armatures.

Les tubes qui constituent une partie des barreaux de la grille

---

1. Des essais avec des locomotives Wootten ont été faits en Italie pour l'utilisation des anthracites de ce pays, et les résultats de ces essais rapportés par le *Journal of the Mining Institution* sont aussi satisfaisants qu'ils l'avaient été aux États-Unis.

sont, comme ceux de la chaudière, en fer; ils ont un diamètre extérieur de 51 millimètres; mais ils sont plus espacés que ces derniers. On interpose entre ces tubes, séparés par des distances de 105 millimètres d'axe en axe, des barres en fonte dont l'arête supérieure se trouve dans le plan des axes des tubes.

Les longerons du châssis sont formés par deux fers méplats de 32 millimètres d'épaisseur sur 146 millimètres de haut, assemblés par des rivets et des boulons taraudés. L'écartement de ces deux longerons jumeaux est assuré par des entretoises ou blocs en fonte de $82^{mm},6$ d'épaisseur.

Les cylindres, de $0^{m},500$ de diamètre, coulés en bonne fonte grise, sont placés horizontalement; la course est de $0^{m},610$. Les orifices d'admission ont $31^{mm},7$ sur 381 millimètres, ceux d'échappement ont $69^{mm},8$ sur 381 millimètres. Le recouvrement extérieur est de 16 millimètres; il n'y a pas de recouvrement intérieur. Le maximum de course du tiroir est de $120^{mm},7$. Le frottement du tiroir est diminué par des rouleaux en acier durci.

Le piston est muni de segments en bronze, découpés dans un cercle dont le diamètre est de 13 millimètres supérieur à celui du cylindre.

Les têtes des tiges de piston, guidées par des glissières en acier, sont en fonte avec doublure en métal blanc.

Les roues motrices ont des jantes en fonte, et les bandages en acier y sont fixés au moyen de six vis à pointes. Les bandages ont 73 millimètres d'épaisseur et 140 millimètres de largeur; ceux des roues d'avant sont à bandage plat; ceux de l'essieu central et de l'essieu d'arrière sont à boudin.

Les bielles sont toutes en fer forgé. Les tourillons auxquels elles s'attachent ont 102 millimètres de long et 108 millimètres de diamètre.

L'alimentation est assurée par une pompe foulante et un injecteur Sellers; la vapeur de l'échappement est utilisée pour chauffer l'eau d'alimentation. A cet effet la vapeur passe, par 37 tubes en cuivre de 16 millimètres de diamètre et $3^{m},150$ de long, à travers un réchauffeur présentant une surface de $5^{mq},830$ et permettant d'élever en moyenne la température de l'eau d'alimentation d'environ 60° centigrades.

Quant au truck, il est formé de longerons en fer de 19 millimètres d'épaisseur entre lesquels se trouve rivé le support en fonte. Les

ressorts, en caoutchouc, sont enfermés dans des boîtes en fonte. Les roues sont en fonte, en coquille; les essieux en fer ont des fusées de $117^{mm},7$ de diamètre et 179 millimètres de longueur.

Les locomotives pour voyageurs sont de construction analogue; celles construites tout d'abord, et dont nous donnons (pl. XXI, fig. 1 et 2) les dessins, avaient quatre roues motrices de $1^m,70$ de diamètre et quatre roues porteuses de $0^m,76$ de diamètre; leur poids était de $27^t,4$. Depuis lors, le poids de ces locomotives a été augmenté, et elles pèsent maintenant à pleine charge $44^t,5$ dont 29 tonnes sur les roues motrices ayant $1^m,727$ de diamètre. Les cylindres ont $0^m,531$ de diamètre, et la course est de $0^m,556$. La surface de grille est de $7^{mc},07$. Il y a 184 tubes, et la surface de chauffe totale atteint $103^{mc},9$.

Locomotive système Fontaine. — Nous avons déjà eu occasion de constater que l'on se préoccupait tout particulièrement, depuis quelques années, des moyens d'accroître la vitesse, sensiblement inférieure en Amérique pour les trains express à celle qui est atteinte en Europe pour ces trains[1].

C'est principalement entre New-York et Philadelphie, villes entre lesquelles le mouvement de voyageurs est considérable, que l'on a cherché tout d'abord à réaliser cet accroissement, et l'on est arrivé récemment à faire le trajet entre ces deux villes à raison d'un mille par minute, soit 96 kilomètres à l'heure.

M. E. Fontaine, pour augmenter la vitesse, tout en échappant à la nécessité d'agrandir considérablement le diamètre des roues motrices ou de multiplier le nombre de coups de piston par minute, en est venu à l'idée d'interposer, entre la roue qui reçoit le mouvement et la roue motrice, une roue ayant un diamètre moindre que la roue recevant le mouvement et que la roue motrice sur l'essieu de laquelle elle est calée. La roue commandée par le piston agit par friction sur la roue interposée.

1. La vitesse moyenne des trains express était en 1880 :

En Angleterre de	$74^k,1$ à l'heure.
En Allemagne de	$64^k,4$ »
En France de	$60^k,4$ »
Elle n'était aux États-Unis que de	$59^k,6$ »

Ces chiffres sont tirés d'une communication faite par M. Barnet Le Van au *Franklin Institute* de Philadelphie.

Nous donnons (pl. XX, fig. 8), le diagramme que M. Fontaine a joint à sa demande de brevet datée du 27 juillet 1880, et qui montre cet essieu intermédiaire, placé au-dessus et à l'aplomb de celui qui porte les roues motrices, à un niveau supérieur au centre de gravité de la machine. Un système de leviers commandé par un petit piston à air comprimé, permet de régler la charge transmise à cet essieu intermédiaire et par lui à l'essieu moteur, en déchargeant plus ou moins les deux roues porteuses situées sous la cabine et le truck à quatre roues de l'avant de la machine.

Une locomotive construite d'après le système Fontaine, en service pendant l'année 1880 sur le Canada Southern Railway, présente les dimensions suivantes :

Écartement extrême des essieux		$6^m,532$
Diamètre.	des roues motrices	$1^m,830$
	de la roue à friction supérieure	$1^m,830$
	» » » inférieure	$1^m,423$
	des roues porteuses	$1^m,068$
Cylindres.	diamètre du piston	$0^m,407$
	course du piston	$0^m,610$
Moindre diamètre extérieur de la chaudière		$1^m,220$
Grille....	Longueur	$1^m,579$
	Largeur	$0^m,855$
	Surface	$1^{mq},350$
Tubes....	Nombre	140
	Diamètre	$0^m,051$
	Longueur	$3^m,355$
Surface de chauffe..	directe	$9^{mq},300$
	dans les tubes	$74^{mq},960$
	totale	$84^{mq},260$
Diamètre des conduits d'échappement		$0^m,076$
Surface des lumières d'admission		$0^m,305 \times 0^m,032$
» des lumières d'échappement		$0^m,356 \times 0^m,064$
Excentricité de l'excentrique		$0^m,127$
Recouvrement...	extérieur	$0^m,019$
	intérieur	nul
Longueur de fusée de l'essieu moteur		$0^m,192$
» » des essieux du truck		$0^m,127$
Contenance du réservoir d'eau		$7^{m3},570$
Poids total de la locomotive en marche		$28,090^k$
Charge sur l'essieu moteur		$14,500^k$

Cette locomotive, dont nous donnons (pl. XX, fig. 7), d'après la *Railroad Gazette*, une élévation, a traîné un train composé de trente-neuf wagons et pesant 876 tonnes, sur une rampe de 4 millimètres par mètre, à une vitesse de $40^k,25$ à l'heure, ce qui prouve qu'elle

est également apte à faire le service de trains lourds. Il est affirmé par l'établissement « Grant Locomotive Works » à Paterson (New-Jersey) qui a construit cette locomotive, qu'elle fait aisément 97 kilomètres à l'heure, et qu'elle réalise par rapport aux locomotives ordinaires une économie de 30 à 40 pour 100 de combustible.

L'expérience est loin d'avoir pu prononcer sur le mérite de ce système de construction, dont l'objet est d'éviter à la fois l'élévation du centre de gravité de la machine qu'impliquerait un plus grand diamètre donné aux roues, et la perte d'effet utile résultant de l'accroissement de la contre-pression que produirait l'accélération de la marche du piston.

Nous ne saurions passer sous silence, ni l'inconvénient que présente la masse considérable formée par les deux essieux superposés, les roues de friction et les roues motrices, masse qui reçoit et qui transmet des chocs fort nuisibles à la voie, ni celui de l'introduction du frottement comme moyen de transmission dans le mécanisme même, lorsque les variations du coefficient de frottement entre les roues motrices et les rails constituent déjà un inconvénient sérieux, mais inévitable, dans la production de la force de traction des locomotives.

Nous avons cru devoir mentionner néanmoins le système de construction essayé par M. Fontaine comme un nouvel exemple de cette disposition louable des Américains qui porte à accueillir favorablement toutes les innovations, si faibles que soient leurs chances de réussite, et à ne jamais les rejeter *a priori*.

Locomotives-tenders.

Les locomotives des trois types: American, Mogul et Consolidation, sont loin d'être aussi bien appropriées au service des gares qu'à la traction en voie courante.

Celles du type American laissent inutilisée pour l'adhérence une grande partie du poids total: le poids non utilisé est moindre pour les machines des types Mogul ou Consolidation, mais par contre ces machines sont moins flexibles.

Pour les machines de gare, où l'on doit chercher à réaliser à la fois une grande puissance et une grande flexibilité, et dont la faible vitesse de marche est peu sujette à compromettre la stabilité, on se sert généralement de machines-tenders à adhérence totale, à deux ou plus souvent trois essieux.

Dans ces machines, les caisses à eau ont ordinairement la forme de selles embrassant le corps cylindrique de la chaudière (pl XXI, fig. 6).

Ainsi disposées, ces machines sont peu propres à la traction sur la voie courante où parfois on a besoin de les employer.

Nous avons vu précédemment que M. N. Forney avait eu l'idée de construire, pour le double service des gares et de la traction en voie courante, des locomotives-tenders à avant-train articulé, où le boggie ou truck, au lieu d'être placé sous la boîte à fumée, est reporté sous le tender, qui est soutenu par les longerons de la locomotive, prolongés à cet effet au delà de la boîte à feu.

Indépendamment de l'avantage consistant dans la pleine utilisation du poids de la locomotive pour l'adhérence, combiné avec une grande stabilité, ce système de locomotives en présente d'autres, secondaires, il est vrai, en comparaison du premier :

1° Un tirage plus énergique, résultant de ce que l'air introduit dans le foyer et passant dans les tubes et la boîte à fumée rencontre moins de résistance, lorsque la marche de la machine est ainsi renversée.

2° Une position plus commode pour le chauffeur et le mécanicien, placés entre les roues motrices et le truck, dans la partie la plus stable de la machine, en même temps que plus favorable à la surveillance de ce qui se passe sur la voie, où ils n'ont pas la vue barrée par la cheminée de la locomotive. Il est vrai de dire que, par contre, ils sont mal placés pour surveiller en même temps le feu et la machine. L'un s'occupant de la machine, l'autre doit nécessairement lui tourner le dos pour porter son attention sur la voie.

3° Un certain élargissement de la boîte à feu, les longerons qui soutiennent la chaudière pouvant, à partir de la boîte à feu, recevoir un certain écartement qui permet de donner à celle-ci une largeur plus grande que celle de la voie.

C'est à ce dernier avantage que la locomotive du système Forney doit le bon accueil qui lui a été fait tout d'abord sur les chemins de fer à voie étroite.

Les figures 9 et 10, pl. XX, représentent une de ces locomotives construite pour un chemin de fer de $0^{m},610$ de largeur de voie, établi entre Bedford et Billerica (Massachusetts), et transportée ensuite dans la vallée de Sandy-River (Maine).

Le même système n'a pas tardé à être appliqué sur les chemins

de fer de toute largeur de voie, non seulement pour le service des gares, mais encore pour la traction en voie courante. Sur le chemin de fer aérien de New-York, il y en avait déjà 85 en 1880.

Le grand établissement de Baldwin à Philadelphie construit les machines du système Forney, soit avec boggie, soit avec pony truck analogue à celui des types Mogul et Consolidation.

Nous donnons ci-après quelques indications relatives aux locomotives système Forney fournies par cet établissement au chemin de fer aérien de New-York (3e avenue). Ces machines sont construites pour franchir sur la voie normale des courbes de 30m,5 de rayon:

Cylindres	Diamètre	0m,254
	Course	0m,407 et 0m,456
Roues motrices	Nombre	4
	Diamètre	0m,940 et 1m,042
Écartement des	Roues motrices	1m,525
	Roues extrêmes	4m,905
Contenance des caisses à eau		1m3,703
Poids de la machine	Total à pleine charge	14t,500
	Utilisé pour l'adhérence	10t,420
Poids du train susceptible d'être remorqué par la machine	Sur palier	594
	Sur rampe de 5mm par m.	259
	» 10	157
	» 15	107
	» 20	81
	» 25	61
	» 30	51

TENDERS.

Pour réduire le plus possible les dépenses de premier établissement, on est toujours porté à diminuer le nombre des prises d'eau au moment de l'ouverture des lignes. Le grand espacement de ces points d'alimentation entraîne pour les tenders des dimensions, à puissance égale de machines, plus grandes qu'en Europe et restreignent généralement l'emploi des machines-tenders aux manœuvres de gare. Par contre, comme la vitesse des trains, qu'il s'agisse de trains de voyageurs ou de trains de marchandises, est, sauf sur quelques lignes exceptionnelles, moindre que celle des trains similaires en Europe, il s'ensuit qu'en général la consommation, à égalité de parcours et de charge, est moindre, et par suite que la capacité des tenders américains ne dépasse pas notable-

ment, malgré la plus grande distance des points de ravitaillement, celle des tenders européens.

Il va de soi qu'en cherchant à réduire la durée des voyages pour les trains circulant entre les grandes villes des États de l'Est, tant par l'accroissement de la vitesse de marche que par la diminution du nombre des arrêts, les Compagnies ont été conduites à faire subir aux tenders de notables modifications.

Le système d'alimentation en route dû à M. Ramsbottom (pl. XXII, fig. 1 à 4), adopté, ainsi que nous l'avons vu (t. I, p. 495), par la Compagnie du Pennsylvania R.R., n'ayant à cause des inconvénients qu'il présente reçu que fort peu d'applications, il a fallu en venir à accroître la capacité des tenders.

Les tenders dont on se sert pour les locomotives du système Wootten, faisant le service des voyageurs entre Jersey-City et Philadelphie (145 kilomètres) sans arrêt, ont une capacité d'eau de 17 mètres cubes et portent 4500 kilogrammes de combustible. En laissant de côté les tenders construits pour ce type spécial de machines, la contenance en eau est actuellement, pour les différents types de machines construits couramment dans l'usine Baldwin à Philadelphie, comprise dans les limites suivantes :

NOM DES TYPES DE LOCOMOTIVES.			CAPACITÉ DES TENDERS.
American	Voyageurs	Vitesse moyenne	$3^{m3},8$ à $5^{m3},3$
		Grande vitesse	$9^{m3},0$ à $12^{m3},0$
	Mixtes		$5^{m3},0$ à $9^{m3},0$
Mogul			$7^{m3},6$ à $10^{m3},0$
Consolidation			$7^{m3},6$ à $10^{m3},0$
Machines-tenders			$2^{m3},8$ à $6^{m3},5$

On sait qu'en France les caisses à eau des tenders atteignent fréquemment 10 mètres cubes.

La contenance en charbon varie habituellement pour les tenders américains entre 2 et 6 tonnes.

Le poids des tenders à pleine charge d'eau et de charbon reste souvent compris comme celui des nôtres entre 15 et 24 tonnes, mais il atteint quelquefois 30 tonnes.

Tenders du chemin de fer de Louisville-Nashville. — Ces tenders sont d'une contenance exceptionnelle; ils contiennent de 12,7 à 13,6 mètres cubes d'eau et environ 6 tonnes de charbon; ils pèsent à vide $11^t,8$, et à pleine charge, de 29 à 30 tonnes.

Depuis que les prises d'eau se trouvent plus rapprochées, on a diminué la capacité des caisses à eau et augmenté d'autant celle des caisses pour le combustible, dont l'approvisionnement se fait sur un moins grand nombre de points de ravitaillement.

Les tenders des locomotives à huit roues de la même Compagnie, dont le type vient d'être arrêté en 1881, peuvent contenir 11 mètres cubes d'eau et $4^t,5$ de charbon. Les tenders des machines à marchandises ne diffèrent de ceux pour machines à voyageurs (pl. XXII, fig. 5 à 12) qu'en ce qu'ils sont généralement plus courts et de forme plus ramassée. La capacité reste à peu près la même par suite de la hauteur plus grande donnée aux tenders des locomotives à marchandises.

Tenders du chemin de fer de Pennsylvanie. — Sur les tenders du chemin de fer de Pennsylvanie, remplis en route au moyen de l'appareil Ramsbottom (pl. XXII, fig. 1 à 4), la caisse à eau a une largeur de $2^m,44$, une longueur de $5^m,34$ et $0^m,98$ de profondeur; elle est en fer à cheval, et la largeur des deux branches est de $0^m,66$; celle du fond de la caisse est de $2^m,415$, de sorte que sa capacité est de 9 mètres cubes. La soute à charbon suffit pour un chargement d'environ 3625 kilogrammes de combustible. La caisse du tender est construite en tôle renforcée de cornières; elle repose sur deux trucks à quatre roues. Les centres des trucks sont distants de $3^m,05$.

La trompe servant à puiser l'eau dans l'auge présente à sa partie inférieure une largeur de $0^m,305$ et une hauteur de $0^m,203$.

Les tenders de la même Compagnie pour les locomotives faisant le service des gares méritent, en raison de leur forme particulière, une mention spéciale. La Compagnie du Pennsylvania R.R., au lieu d'affecter comme les autres Compagnies des locomotives spéciales au service des gares, se sert souvent, pour ce service, de machines ordinaires suivies de tenders auxquels elle donne la forme indiquée pl. XXII, fig. 13 à 15, qui présente l'avantage de ne pas barrer la vue à l'arrière au mécanicien, lorsqu'il a à faire des mouvements de gare. Ces tenders ont une capacité de $7^{m^3},60$ d'eau et de 2260 kilogrammes de charbon.

La caisse à eau, dont la face postérieure est tronquée obliquement, de telle sorte que le mécanicien puisse voir si les tampons du tender sont suffisamment rapprochés des wagons contre lesquels il doit venir buter, a 2m,44 de largeur, 4m,90 de longueur et 1m,20 de hauteur. La caisse repose sur une plate-forme en bois de 2m,59 sur 5m,02, supportée par deux trucks. Le châssis de ce tender est construit en bois et fer. Le poitrail est formé d'une poutre ayant 0m,305 d'équarrissage et 2m,90 de longueur.

Pendant quelque temps, il a été fait usage sur certaines lignes de tenders supportés par six roues, notamment sur le Grand Trunk Railway du Canada; mais on a aujourd'hui abandonné ce système de supports qui compromet le passage par les courbes roides et auquel on reprochait de favoriser les ruptures de rails, surtout pendant l'hiver, pour s'en tenir au système du double train articulé, comme pour les wagons.

Le châssis du tender est habituellement constitué par des pièces de bois ou par des fers en U reposant en quatre points sur deux fortes traverses en bois ou en fer. Ces traverses, qui sont suspendues aux ressorts du truck ou reposent directement sur ces ressorts, portent la cheville ouvrière qui vient s'adapter dans la crapaudine logée dans le truck.

Le châssis du truck des tenders diffère généralement de celui des wagons en ce qu'au lieu d'être fermé aux deux extrémités par des traverses, il ne comporte qu'une seule pièce transversale ou deux pièces transversales juxtaposées au milieu du truck. Il existe cependant quelques constructeurs qui emploient le châssis fermé. Dans certains tenders à châssis fermés construits par Dickson, les boîtes à graisse sont reliées à un balancier, reposant sur un ressort placé entre ces deux boîtes. Les châssis des trucks des tenders de la Compagnie du Baltimore et Ohio R.R. sont ouverts et munis de quatre doubles ressorts intercalés entre les deux traverses en bois Il est rare que les ressorts soient disposés transversalement; Grant, de Paterson, par exemple, emploie cette disposition.

Les roues des tenders ont généralement 0m,839 (33 pouces) de diamètre; elles sont pleines et en fonte coulée en coquille.

Les caisses à eau sont en tôle mince et consolidées à l'intérieur par des cornières et des tirants.

Le truck d'arrière du tender est quelquefois le seul pourvu de freins; mais le plus souvent les deux trucks sont à freins (pl. XXII,

fig. 1, 6 et 13). Le frein à main est établi dans le système indiqué par la figure 6, pl. XXII. Si le tender est muni de freins à air comprimé ou à vapeur, l'appareil spécial est intercalé entre les deux trucks.

Quant à l'attache du tender avec la locomotive, elle se fait au moyen d'un goujon ordinaire.

PRIX DES LOCOMOTIVES ET DES TENDERS.

Il existe entre les locomotives américaines et les locomotives européennes, y compris les anglaises, une notable différence de prix.

Cette différence ne tient pas seulement à la substitution du fer au bronze pour les tubes, de l'acier au cuivre pour les boîtes à feu, de la fonte au fer et à l'acier pour les roues et les bandages. Elle est due en outre au nombre restreint de types que l'on exécute dans chaque usine.

Contrairement à ce qui se fait le plus souvent en Europe, ce ne sont pas les ingénieurs des Compagnies de chemins de fer qui imposent aux constructeurs des types de leur invention; ce sont les constructeurs qui font adopter les leurs aux Compagnies, plus désireuses d'acheter bon marché une locomotive d'un type déterminé par sa destination, que de se distinguer des autres Compagnies par des types différents.

Grâce à ce sens pratique des Compagnies, les grandes usines peuvent non seulement fabriquer moins cher, mais encore préparer à l'avance toutes les pièces des locomotives, et les commandes de machines peuvent s'exécuter avec une rapidité surprenante.

Il y aurait là sans doute un obstacle aux progrès, si le nombre des usines construisant des locomotives n'était pas si considérable. Par suite de leur grand nombre, la concurrence intervient pour favoriser le progrès et pour déterminer l'abandon des types présentant une infériorité marquée sur les types nouveaux.

En fait, nous avons constaté précédemment qu'il n'y a qu'un très petit nombre de types distincts, une élimination rapide amenant la substitution des machines reconnues les plus parfaites à celles qui le sont moins. Leur adoption générale est due en grande partie à l'influence exercée par la Compagnie du Pennsylvania R.R. qui, par son importance, par ses relations avec les grands établissements de construction, et par le concours libéral qu'elle est tou-

jours disposée à leur prêter, a puissamment contribué aux progrès accomplis dans la construction des locomotives américaines.

Les parcours considérables fournis annuellement par les locomotives américaines et leurs frais très faibles d'entretien montrent d'ailleurs suffisamment que ce n'est pas aux dépens de la qualité que les constructeurs américains parviennent à livrer leurs produits à bon marché[1].

On pourra juger de ce bon marché par les chiffres qui suivent :

D'après des attachements pris aux ateliers de la Compagnie du Pennsylvania R.R. à Altoona, la construction d'une locomotive à quatre roues motrices de $1^m,58$ de diamètre, avec truck à quatre roues (type American), munie de cylindres de $0^m,432$ de diamètre et $0^m,610$ de course, demandait en 1876, tender compris, 16 273 heures de travail. Cette locomotive, destinée à brûler de la houille, pesait avec son tender 40 437 kilogrammes, dont 10 160 kilogrammes pour le tender. Les 16 273 heures de travail d'ouvriers de toute classe revenaient à 13 000 francs environ, ce qui fait ressortir en moyenne l'heure à 0 fr. 80.

Le prix de revient total de cette locomotive et de son tender se décomposait comme il suit :

ARTICLES DE DÉPENSE.	LOCOMOTIVE.	TENDER.	TOTAL.
Main d'œuvre......	10,250 fr.	2,750 fr.	13,000 fr.
Matières..........	23,710	4,120	27,830
Frais généraux.....	5,125	1,375	6,500
Totaux........	39,085	8,245	47,330

Il en résultait, par kilogramme de locomotive, un prix de 1 fr. 29 se décomposant ainsi :

	Centimes.
Main d'œuvre..........	33,8
Matières..........	78,3
Frais généraux..........	16,9

1. Nous signalerons à ce sujet le jugement très favorable porté sur les locomotives américaines par un ingénieur *anglais*, M. R. M. Brereton, qui dans sa longue carrière a eu successivement à se servir de locomotives américaines et anglaises, et cité dans une brochure de M. W. W. Evans intitulée : *American versus English locomotives*. — New York, 1880.

Pour une autre locomotive du type Consolidation fabriquée dans les mêmes ateliers, ayant des cylindres de $0^m,508$ de diamètre et $0^m,610$ de course, et pesant à vide 37 236 kilogrammes, les dépenses ont été :

ARTICLES DE DÉPENSE.	PRIX de la LOCOMOTIVE en francs.	PRIX par KILOGRAMME en centimes.
Main-d'œuvre...........	17,090	45,89
Matière.................	25,960	69,70
Frais généraux..........	8,545	22,95
Totaux.........	51,595	138,54

Ces prix de revient[1], qui se rapportent à l'année 1876, sont notablement dépassés aujourd'hui, les besoins considérables de l'exploitation ayant amené en 1880 et 1881 une très forte hausse. Comparés aux prix de vente de 1877, où, par suite de la stagnation des affaires, les prix avaient atteint un minimum, les prix de vente de 1881 sont presque doubles.

Les exemples suivants, empruntés à l'usine de Baldwin à Philadelphie, peuvent donner une idée des oscillations des prix de vente :

DÉSIGNATION DES MACHINES.	PRIX EN FRANCS	
	MINIMUM.	MAXIMUM.
Locomotive à un essieu moteur, un truck à 4 roues à l'avant, un essieu libre à l'arrière; cylindres de $0^m,458$ de diamètre..........................	40,000	70,000
Locomotive de gare à deux essieux moteurs; cylindres de $0^m,356$ de diamètre....................	32,500	52,500
Locomotive type American à 2 essieux moteurs et à truck à 4 roues; cylindres de $0^m,407$ de diamètre.	35,000	65,000
Locomotive type Mogul; cylindres de $0^m,458$ de diam.	40,000	70,000
Locomotive type Consolidation; cylindres de $0^m,508$ de diamètre................................	50,000	90,000

1. Les chiffres relatifs aux prix de revient des ateliers d'Altoona sont tirés du recueil d'articles sur le chemin de fer de Pennsylvanie publié par M. James Dredge.

Les prix de la dernière colonne concordent à peu près avec ceux du tableau suivant, fournis par un autre grand établissement, celui de Danforth à Paterson (New-Jersey) :

DÉSIGNATION.	CYLINDRES		POIDS de la LOCOMOTIVE en kilogr.	PRIX de la LOCOMOTIVE en francs.	PRIX par KILOGRAMME en francs.
	DIAMÈTRE.	COURSE.			
Type American.....	0,407	0,610	23,556	65,000	2,76
» »	0,432	0,610	25,142	67,500	2,68
Type Mogul ou à trois essieux moteurs et deux libres.......	0,458	0,610	32,163	72,500	2,68
Type Consolidation.	0,508	0,610	38,505	77,500	2,01

En 1880 le prix de revient d'un tender construit dans les ateliers de la Compagnie du chemin de fer de Louisville-Nashville était de 3570 francs, se décomposant comme il suit :

Châssis..	361 francs.
Trucks..	1202 »
Réservoirs métalliques........................	1907 »
Peinture......................................	100 »
Ensemble........................	3570 francs.

Tous ces prix se rapportent aux voies de $1^m,44$ et de $1^m,525$ de largeur. Pour la voie étroite qui, comme on sait, est généralement de $0^m,915$ aux États-Unis, les locomotives, moins lourdes et moins puissantes, sont d'un prix beaucoup moins élevé.

Pour cette voie, une locomotive à voyageurs à quatre roues motrices de $0^m,915$ de diamètre et un truck à deux roues de $0^m,610$, ayant des cylindres de $0^m,254$ de diamètre et $0^m,407$ de course, pouvant traîner en palier 600 tonnes, revenait en 1881, prise à l'usine de Porter et C[ie] à Pittsburg, à 40 000 francs. Pour la même voie, cette usine fournissait des locomotives du type Mogul, pouvant traîner 800 tonnes et ayant des cylindres de $0^m,305$ de diamètre et $0^m,407$ de course, à raison de 48 750 francs.

Ces chiffres suffisent pour montrer que, dans des conditions normales, — les prix de 1881 doivent être considérés comme exceptionnels, — les locomotives américaines coûtent moins par kilogramme de poids brut que les locomotives européennes.

Il est vrai de dire que cet avantage diminue de valeur, si, au lieu de considérer le poids total', on considère le poids adhérent, qui, en raison de l'emploi des trucks, est généralement une fraction moindre du poids total que dans les machines européennes.

CHAPITRE XVI

FREINS ET APPAREILS ENREGISTREURS

FREINS.

Généralités. — La question des freins, qui en Europe a si fort exercé la sagacité des inventeurs, ne pouvait manquer de donner lieu à de nombreuses inventions en Amérique, où les esprits sont plus particulièrement portés vers les inventions mécaniques, et où d'ailleurs les moyens de modérer et de détruire la vitesse des trains ont d'autant plus d'importance, que, la surveillance et l'entretien de la voie laissant généralement beaucoup à désirer, le personnel du train ne peut guère compter que sur lui-même pour éviter les dangers qu'il rencontre sur sa route. Bien plus encore que sur les lignes européennes, l'attention du mécanicien doit se porter constamment sur la voie, pour y apercevoir du plus loin qu'il peut des obstacles dont rien ne l'avertit, et il est essentiel alors qu'il puisse disposer de moyens d'arrêt à la fois énergiques et rapides. Sur beaucoup de lignes, notamment sur celles qui parcourent les versants des Alleghanies et des montagnes Rocheuses, les courbes très raides, en limitant étroitement le champ de vision du mécanicien sur la voie, les fortes pentes, en imprimant aux trains une accélération dangereuse, concourent à rendre les moyens d'arrêt très puissants plus nécessaires.

Les Compagnies américaines ont été ainsi successivement conduites : 1° à multiplier les wagons munis de freins à main; 2° à adopter pour les trains de voyageurs des systèmes de freins continus permettant au mécanicien d'agir instantanément et simultanément sur tout le train.

Freins à main.

Presque dès l'origine, tous les tenders et toutes les voitures à voyageurs ont été munis de freins à main; la plupart des wagons

de marchandises en ont aussi reçu. L'installation et la manœuvre de ces freins, par suite du système de construction propre au matériel américain, se trouvent assujetties à des conditions particulières. La mobilité relative des deux trucks placés sous chaque caisse rendant difficile la transmission d'efforts un peu considérables, qui exigeraient des systèmes rigides, les constructeurs américains ont dû s'attacher à répartir aussi également que possible par des systèmes de transmission suffisamment flexibles, les pressions entre toutes les roues, et à compenser par l'égalité de la répartition et la rapidité de la mise en action l'infériorité des efforts transmis.

Sur les voitures à voyageurs, la répartition des pressions est réalisée par un système de transmission agissant à la fois sur toutes les roues d'un même véhicule, quand il y en a seulement huit, soit toujours au moins sur huit roues, quand il y en a douze; sur les wagons de marchandises, qui sont aussi pour la plupart à huit roues, l'appareil de transmission permet d'enrayer à la fois, soit toutes les roues, soit au moins les quatre roues d'un même truck.

La manœuvre de l'ensemble des freins sur un train est d'autre part rendue aussi prompte que possible par la juxtaposition des appareils de manœuvre deux à deux, réalisée, dans quelque ordre que les wagons soient attelés, en mettant un de ces appareils à chaque extrémité d'un même wagon, ce qui permet à chaque garde-frein d'agir sans se déplacer sur deux wagons consécutifs.

Ce double appareil de manœuvre existe d'une manière générale sur les wagons de marchandises de certaines lignes à fortes pentes, comme celles du Central of New-Jersey, qui n'ont qu'un seul truck pourvu de freins.

Commande des freins. — Quant au principe des dispositions de l'appareil de commande des freins, c'est exactement, ainsi que l'a fait remarquer M. Couche, celui de la mécanique des diligences. Une manivelle placée à hauteur d'appui et sur le bord de la plate-forme terminale dans les voitures à voyageurs (pl. I et V), à la hauteur du toit ou contre une des parois extrêmes dans les wagons de marchandises (pl. VII, VIII et XI), met en mouvement un arbre vertical, portant à son extrémité inférieure un barillet où s'enroule une chaîne se reliant à un système de leviers agissant sur les traverses

qui portent les sabots des freins. Ce système de leviers est d'ailleurs combiné d'un grand nombre de manières.

Frein Tanner. — Dans le frein Tanner (pl. XXIV, fig. 1), il y a un balancier central placé au-dessous du milieu de la caisse du wagon, qui peut être indifféremment tiré par les tiges aboutissant respectivement aux deux chaînes de manœuvre. Ce balancier commande par un système de tiges deux autres balanciers suspendus aux traverses des freins extrêmes et les traverses des freins intermédiaires en leurs milieux. Ce système, qui a l'avantage d'agir immédiatement sur chacun des groupes de roues, et de se prêter à une certaine usure des sabots, offre toutefois l'inconvénient d'une répartition inégale des efforts, tant entre les deux groupes de roues qu'entre les roues d'un même truck ; les freins du groupe le plus éloigné de l'arbre de commande sont plus pressés que ceux du groupe le plus rapproché, et les freins extrêmes le sont plus que les freins intermédiaires.

Frein Hodge. — Le système Hodge (pl. XXIV, fig. 2) réalise l'égalité complète des efforts exercés sur toutes les roues au moyen d'un double balancier central et de deux balanciers appliqués à chacune des traverses portant les freins.

La traction s'exerce alors sur une des chaînes aboutissant à l'un des arbres de commande, pendant que l'extrémité de l'autre chaîne est tenue par l'encliquetage monté sur le pied de l'autre arbre.

Frein Stevens. — Dans le frein Stevens (pl. XXIV, fig. 3) une tige disposée en diagonale relie les balanciers extrêmes des deux trucks : la pression est rendue uniforme, comme dans le système précédent, sur tous les freins, mais la transmission des efforts se fait alors successivement sur les divers groupes de freins ; elle n'est plus simultanée pour les deux trucks, comme dans les systèmes déjà décrits.

L'uniformité des pressions développées en sens opposés sur les quatre roues de chaque truck a l'avantage d'annuler les pressions sur les chevilles ouvrières. On préfère d'ailleurs généralement placer les freins à l'extérieur des roues d'un même truck, parce que la visite et la réparation des freins sont alors plus commodes ; on considère en outre cette disposition comme moins susceptible de

nuire à la solidité du truck que la disposition consistant à les placer entre les roues. Il existe cependant quelques systèmes de freins intercalés entre les roues d'un même truck; tel est le frein Elder. Les wagons à deux essieux pour le personnel (*caboose cars*) sont munis de freins qu'une barre interposée entre les roues met en contact avec les jantes (pl. VI, fig. 8).

Lorsque, comme cela a lieu sur beaucoup de wagons de marchandises, on se contente d'enrayer un seul truck, le système de leviers se réduit à deux tiges; s'il n'y a qu'un arbre de commande, un seul balancier suffit alors; il y a deux balanciers, s'il y a deux arbres de commande.

Sur les wagons du Baltimore et Ohio R.R., on rencontrait autrefois le dispositif représenté par la figure 4, pl. XXIV, qui réalisait l'égalité des efforts sur toutes les roues, mais ne permettait de développer que d'assez faibles efforts de serrage.

C'est du reste, ainsi qu'il a été dit, le caractère des systèmes de transmission employés pour tous les freins, de ne multiplier que dans une proportion assez faible l'effort appliqué directement à la manivelle de commande, mais la totalité ou le plus grand nombre des wagons dans chaque train étant munis de freins, et les charges que supportent les trucks se répartissant également sur toutes les roues, ainsi que les efforts transmis aux freins, il est moins nécessaire que ces efforts puissent devenir considérables, ce qui présente d'ailleurs l'avantage de ne jamais pousser le serrage jusqu'à déterminer le calage, aussi destructif pour les roues que pour les rails.

Pour maintenir les freins en contact avec les roues sans que le garde-frein ait besoin de tenir la manivelle de commande, on a recours à une roue à rochet dont cet employé rabat ou relève le cliquet avec le pied. Une fois la chaîne rendue libre par cette dernière manœuvre, l'élasticité des différentes pièces de la transmission, aidée des ressorts dont on munit les freins pour les écarter des roues, suffit pour produire le déroulement de la chaîne de commande.

Freins à patin. — Il existe quelques lignes à fortes pentes, comme celle du Lehigh-Valley R.R., où, pour ménager les roues, on a essayé pour les wagons à charbon l'usage de freins à patin sur lesquels le poids des wagons se trouve partiellement reporté lors du serrage

des freins. La figure 12, pl. X, montre ce système de freins appliqué à des wagons à charbon à quatre roues, où il est manœuvré par l'intermédiaire d'un excentrique. Le patin est guidé par un rebord semblable au boudin des roues, et il est constitué par du fer forgé.

Suspension des freins. — Pour les voitures à voyageurs, les sabots des freins sont encastrés dans une armature fixée sur une traverse et suspendue par un étrier au poitrail du bâti du truck (pl. IV, fig. 36 et 37). Cet étrier, qui est incliné quand le frein est en prise avec la roue, tend à l'écarter de cette roue, quand il est abandonné à lui-même; cet écart est aidé le plus souvent par un ressort formé d'une simple lame d'acier se recourbant sous le truck pour venir repousser le sabot. Des armatures transversales suspendues au poitrail du truck embrassent la traverse portant les freins de part et d'autre de son milieu, et en limitent les excursions, en même temps qu'elles servent à la soutenir en cas d'accident.

L'articulation du balancier sur lequel agissent les leviers de commande avec la traverse, portée par une fourche que présente celle-ci en son centre, assure la transmission des efforts dans la direction de l'axe de figure du sabot.

Certains constructeurs consolident cette traverse au moyen de tirants venant converger immédiatement au-dessous de l'articulation, qui en font une véritable poutre armée (*trussed beam*).

On place ordinairement l'axe des traverses à $0^m,10$ en contrebas de l'axe des essieux, de telle sorte que, par la seule action de la pesanteur, elles tendent à s'écarter de la jante de la roue.

Pour maintenir l'axe de la traverse, ainsi que les sabots, dans une direction sensiblement parallèle à celle qu'ils doivent avoir quand le frein porte sur la roue, on soutient parfois la traverse sur sa face postérieure par un système de tringles à articulation suspendues au bâti (*parallel brake hanger*) et formant en élévation avec l'étrier de suspension du frein, l'axe de la traverse et le poitrail du châssis, une sorte de parallélogramme.

La suspension des freins des wagons de marchandises est la même que pour les voitures à voyageurs, sauf quelques dispositions de détail plus simples que montre la figure 10, pl. VII. Sur toutes les voitures à voyageurs et sur un grand nombre de wagons de marchandises, les sabots des freins sont suspendus au bâti des trucks, ce qui rend leur action indépendante des mouvements angu-

laires de ceux-ci par rapport à l'axe du wagon: on rencontre cependant un certain nombre de wagons, tels que ceux du Chicago-Burlington et Quincy R.R. (pl. VII, fig. 1) et ceux du Central-Pacific R.R. (pl. VII, fig. 5), où les freins sont portés par le bâti du wagon ; les traverses supportant les freins sont alors suspendues à ce bâti par des maillons qui leur permettent un certain déplacement longitudinal, en même temps que le sabot du frein peut prendre lui-même un certain mouvement transversal, où il est guidé par une tringle inclinée, fixée sous la caisse. Cette disposition ne peut se justifier que par la difficulté de trouver des points d'attache sur les trucks résultant de leur disposition particulière. On évite cette difficulté en plaçant les freins à l'intérieur, comme le fait la Compagnie du Louisville-Nashville R.R. (pl. VII, fig. 10).

Sabots des freins. — Les sabots des freins (*brake shoes*), après avoir été d'abord exécutés en bois, le sont généralement maintenant en fonte. Quelques constructeurs emploient de préférence le fer comme donnant un frottement plus uniforme et plus constant, quel que soit le degré d'usure. Ils reprochent à la fonte de présenter des degrés variables de dureté, surtout lorsqu'elle est trempée, la trempe ne pénétrant qu'à une faible profondeur. Ces sabots sont toujours disposés de manière à comporter à la fois une attache solide, un remplacement facile et une utilisation aussi complète que possible de la matière frottante.

Certaines usines fabriquent aujourd'hui des sabots de frein dits du système *Congdon* dont le corps en fonte est percé d'alvéoles où sont encastrés des morceaux de fer et d'acier qui augmentent sa résistance à l'usure (pl. IV, fig. 38). L'usage de ces sabots de frein, qui ne résistent davantage à l'usure qu'à la condition d'accroître l'usure des jantes des roues, paraît limité jusqu'à présent à un petit nombre de Compagnies.

Freins continus.

Généralités. — Des freins existant sur toutes les voitures à voyageurs, il était tout naturel de chercher à les relier entre eux de manière à en rendre l'action simultanée et à permettre au mécanicien de les mettre instantanément en jeu lui-même sans avoir besoin de recourir aux garde-freins. Le nombre relativement restreint de voitures composant les trains de voyageurs, par suite de

la plus grande capacité des voitures, et le peu de changement que subit ordinairement cette composition, devaient contribuer à rendre l'établissement et l'emploi des freins continus plus faciles en Amérique qu'ailleurs, en même temps que l'état défectueux de la voie et le défaut de surveillance les rendaient plus nécessaires, ainsi que nous en avons déjà fait la remarque. Le point délicat devait être le choix du système de transmission, avec lequel le fonctionnement automatique des freins en cas d'accident, si important pour la sécurité de l'exploitation, pouvait-être plus ou moins compatible.

Les premiers essais de freins continus remontent à une époque déjà ancienne : dès l'année 1852 un brevet était pris par un inventeur de New-York, Th. Valber, pour l'application de l'air comprimé à la manœuvre des freins. En 1856, M. Douglas-Galton constatait, dans un rapport sur les chemins de fer des États-Unis, l'emploi sur le Philadelphia et Reading R.R. d'un système de freins appliqué à toutes les voitures d'un même train et mis directement en action par le mécanicien. Sur le Baltimore et Ohio R.R., on s'est servi pendant un assez grand nombre d'années d'un frein continu imaginé par M. Loughridge. Ce frein était mis en jeu par l'une des roues motrices d'arrière de la locomotive, dont le mentonnet, en s'engageant dans la gorge d'une poulie, mettait par l'effet du frottement cette poulie en mouvement, et déterminait ainsi l'enroulement d'une chaîne commandant tous les freins des voitures.

Enfin, sur le New-York Central et Hudson River R.R., on a appliqué jusque dans ces dernières années le frein du système Creamer, dont les voitures à voyageurs sont pourvues indépendamment du frein ordinaire à main.

Frein Creamer. — Dans le frein du système Creamer, le serrage s'opère par la détente d'un ressort spécial à axe vertical enfermé dans un tambour placé sous la plate-forme de chaque voiture. Ce ressort est remonté par le garde-frein avant le départ du train, et détendu en tirant sur un cordeau à la disposition du mécanicien et du personnel du train, qui, de proche en proche, dégage les encliquetages retenant les ressorts. Pour desserrer les freins, il faut remonter à nouveau chaque ressort.

Le principal avantage de ce système de freins est d'être mis en action par les ruptures d'attelages; mais le desserrage des freins ne pouvant être opéré qu'avec lenteur, et le remontage des appa-

reils exigeant chaque fois une manœuvre laborieuse, son automaticité est, par cela même, fort incomplète; son action d'ailleurs ne peut être réglée, et les expériences qui ont été faites en France sur le chemin de fer du Nord ont démontré en outre qu'elle était fort irrégulière.

De plus l'action de ce frein n'est pas modérable; il constitue donc essentiellement un frein de détresse.

Aussi, même en Amérique, il ne paraît avoir été employé que sur une seule ligne.

Sur les lignes américaines comme sur les lignes européennes, la préférence donnée par les Compagnies à certains freins a eu du reste souvent pour principal motif la part prise par leurs agents à l'invention et à la fabrication de ces appareils, plutôt que leurs mérites réels. On peut dire toutefois d'une manière générale que les freins continus à organes mécaniques, dont l'action, susceptible de varier à la fois avec l'élasticité de ces organes, avec le jeu des attelages, et avec les circonstances atmosphériques, est toujours loin d'être instantanée, n'offraient pas assez d'avantages pour décider les Compagnies à embarrasser leur exploitation d'un attirail encombrant et coûteux, dont l'utilité, au point de vue de la sécurité, ne compensait pas suffisamment à leurs yeux la complication et la dépense.

Freins électriques. — Les freins électriques, qui ne paraissent pas être sortis, en Europe, de la phase expérimentale, ont donné aussi lieu en Amérique à quelques expériences, principalement sur le chemin de fer de l'Érié, où MM. J. Olmstead et W. O. Cooke, de Providence, ont introduit en 1871 un système de leur invention.

Sur chaque wagon du train les freins du type ordinaire étaient actionnés par l'électricité de la manière suivante :

Un arbre intercalé entre les deux essieux d'un truck portait une poulie folle recevant le mouvement d'un de ces essieux contre lequel elle venait frotter. Dans cette poulie folle venait s'engager une autre poulie calée sur le même arbre; la première de ces poulies portait sur l'une de ses faces deux puissants électro-aimants reliés par des fils à une batterie électrique placée sous le wagon. L'essieu commun des deux poulies portait enroulée une chaîne commandant le levier des freins.

Les fils électriques se prolongeaient jusqu'à la hauteur du ciel du

wagon, où était placé un levier commandé par la corde de communication entre les voitures. Le mouvement de ce levier suffisait pour établir les contacts, et par suite un courant, qui déterminait l'aimantation de la poulie folle et le rapprochement des deux poulies. Leur solidarité entraînait la rotation de leur arbre commun et l'enroulement de la chaîne attachée au frein.

Quelques essais ont été faits avec ce système de freins, dont le principal avantage était de déterminer assez vite l'arrêt des trains en cas de rupture d'attelage; cette rupture entraînait celle de la corde de communication et conséquemment le mouvement du levier du commutateur. Toutefois, dès lors qu'on n'utilisait pas le courant électrique pour la commande instantanée des freins sur toute la longueur du train, on ne tirait de l'électricité qu'un parti insuffisant, et son emploi ne conduisait qu'à une complication de plus; il n'a donc pas tardé à être abandonné.

Les freins continus n'ont commencé en définitive à entrer sérieusement dans la pratique qu'avec l'application, soit de l'eau sous pression, soit de l'air comprimé ou raréfié à leur manœuvre.

Frein hydraulique. — On sait qu'on emploie depuis 1872 en Angleterre sur la ligne du Great Eastern Ry l'appareil hydraulique de Barker, où les sabots des roues de chaque voiture sont serrés par des pistons de presse hydraulique qu'alimente, au moyen d'une conduite régnant sur toute la longueur du train, un accumulateur placé sur un fourgon dans lequel une pompe, mue par la machine, refoule l'eau comprimée.

Un inventeur américain, M. Henderson, de Philadelphie, a fait adopter pendant quelque temps sur le chemin de fer de West Chester et Philadelphia un système de frein, où l'eau, mélangée de glycérine pour empêcher sa congélation, et prise dans un réservoir placé sur le tender, est injectée par une pompe à vapeur à double effet dans une conduite qui règne sur toute la longueur du train et revient aboutir au tender.

Un robinet à trois voies permet de mettre la conduite en communication, soit avec la pompe de pression, soit avec le réservoir, soit avec l'air extérieur.

Cette conduite amène l'eau comprimée sous chaque wagon à deux appareils de compression assujettis l'un et l'autre contre l'une des traverses portant les freins extérieurs, et composés chacun de

deux cuvettes en fonte dont les rebords embrassent un diaphragme en caoutchouc vulcanisé. Ce diaphragme porte en son centre un piston dont la tête est reliée par deux boulons à l'autre traverse (pl. XXIV, fig. 15, 16 et 17).

L'eau comprimée, introduite entre le diaphragme et le fond d'une des cuvettes, tend à déterminer le rapprochement des deux traverses portant les sabots, et par suite le serrage des freins : la suppression de la compression, réalisée par l'ouverture de la conduite, fait reprendre au diaphragme sa position normale et amène le desserrage.

Le diaphragme en caoutchouc ne comportant qu'un déplacement de 25 millimètres, il s'ensuit que le réglage de la position des sabots des freins doit toujours être soigneusement fait de manière à tenir compte de leur usure. Le serrage des freins au moyen de la pression de l'eau a en outre l'inconvénient de s'opérer d'une manière brusque et de provoquer parfois le calage des roues. Aussi, bien que l'installation de ce système de frein soit simple et économique, comme il n'est pas d'ailleurs susceptible de fonctionner de lui-même en cas d'accident, son usage est-il resté très restreint.

Freins à air.

Les seuls freins continus dont l'emploi ait pris un caractère général en Amérique sont ceux où l'emploi de l'air, soit comprimé, soit raréfié, comme moyen de transmission, permet de combiner, avec l'instantanéité de la transmission, la possibilité de faire varier dans une certaine mesure les efforts transmis aux freins, et de les faire servir ainsi à une destruction plus ou moins rapide de la vitesse.

Ni le frein à vide, ni le frein à air comprimé ne sont à proprement parler des inventions américaines. Les premiers brevets pour freins à vide ont été pris en 1860 par deux Français, MM. P. Du Tremblay et André Désiré Martin, et divers inventeurs anglais avaient déjà, vers cette époque, imaginé des dispositions reposant sur le principe servant de base à la construction et au fonctionnement du frein à air comprimé, tel qu'il est appliqué aujourd'hui. Ce n'est toutefois que vers 1869 et 1870 que ces deux systèmes de freins ont commencé à s'introduire sur les lignes américaines, sous les premières formes que leur ont données respectivement M. Smith et M. Westinghouse.

Au début, les deux systèmes paraissent avoir été accueillis avec une égale faveur par les Compagnies de chemins de fer; mais le premier n'ayant reçu que des perfectionnements de détail, qui n'étaient pas susceptibles d'en accroître la portée, tout importants qu'ils fussent au point de vue de son efficacité, tandis que le second a subi des transformations qui lui ont fait acquérir des propriétés nouvelles, l'adoption de celui-ci s'est rapidement généralisée, tandis que l'emploi de celui-là a toujours été limité aux États-Unis à un très petit nombre de lignes.

L'emploi du frein Westinghouse s'est surtout répandu à la suite de plusieurs accidents qui avaient eu pour cause le manque de freins suffisamment énergiques, notamment après la désastreuse collision de Revere, sur l'Eastern R.R. du Massachusetts, arrivée en août 1871, qui coûta la vie à dix-neuf personnes; il a eu pour lui, dès l'origine, le patronage de la Compagnie des Pullman cars, toujours à la recherche des améliorations susceptibles de contribuer aussi bien à la sécurité qu'au bien-être des voyageurs, et en position jusqu'à un certain point de les imposer aux Compagnies pour lesquelles son matériel est devenu aujourd'hui une nécessité; adopté en outre dès l'année 1869 par la grande Compagnie du Pennsylvania R.R., dont l'exemple n'a pas tardé à être suivi par plusieurs autres Compagnies intéressées à ne pas rester en arrière, le frein Westinghouse a eu un succès des plus rapides.

Dès l'année 1878, on ne comptait pas aux États-Unis moins de 199 Compagnies exploitant plus de 8000 kilomètres de chemin de fer qui avaient adopté le frein Westinghouse. Dans l'État de Massachusetts, à la fin de 1879, sur 473 locomotives, il y en avait 361 pourvues de ce frein; il était appliqué à 1363 voitures à voyageurs sur un nombre total de 1669.

Il va sans dire que nulle part les pouvoirs publics ne sont intervenus pour imposer aux Compagnies les freins continus d'un système quelconque, ni même pour les leur recommander, et qu'elles n'ont été conduites à cette adoption que par la considération de leur intérêt propre, et par la nécessité de n'avoir qu'un seul système de freins pour les voitures appelées à circuler sur plusieurs réseaux.

Le frein à vide et le frein a air comprimé, appliqués depuis quelques années en Europe sur une grande échelle, y ont subi des perfectionnements qu'il n'entre pas dans notre objet de décrire ici.

Nous nous bornerons à indiquer succinctement pour ces deux systèmes de freins les principales dispositions adoptées sur les lignes américaines.

Freins à vide. — On sait que dans tous les systèmes de freins à vide (*vacuum brakes*), la mise en jeu des freins est déterminée par la raréfaction de l'air, produite à l'aide d'un éjecteur, consistant dans un orifice annulaire, où le passage d'un jet de vapeur est employé pour entraîner l'air contenu dans une conduite régnant sur toute la longueur du train.

Frein Smith. — Dans le système Smith, breveté aux États-Unis en 1872, cette conduite est mise en communication avec des sacs cylindriques en caoutchouc, dont la compression par l'air extérieur entraîne le retrait d'un plateau auquel est attachée une tige commandant le jeu des freins.

Le rétablissement de la pression atmosphérique dans la conduite, obtenu par l'ouverture d'une valve, produit le desserrage des freins, aidé par les ressorts tendant à écarter les freins des roues.

On a abandonné aujourd'hui, sur la plupart des lignes américaines, l'emploi des freins Smith, disposés comme nous venons de les décrire, qui avaient l'inconvénient, indépendamment de la facile détérioration des sacs en caoutchouc, de ne pas se prêter à un serrage assez rapide[1]. Dans les premiers appareils de Smith, le retrait des cylindres en caoutchouc devait s'élever jusqu'à $0^m,15$ pour que les sabots des freins pussent se mettre en contact avec les jantes. Pour amener le contact, à partir du moment où l'éjecteur commençait à fonctionner, il fallait compter au moins 2 secondes pour la première voiture, et 9 secondes pour la dernière voiture d'un train composé de dix voitures ; le serrage n'était complet sur la première voiture qu'au bout de 9 secondes, et sur la dernière qu'après 16 secondes.

Frein Eames. — Le système de frein à vide le plus employé aujourd'hui en Amérique est le frein de M. Eames (*Eames vacuum brake*).

1. La Compagnie du Grand Trunk Railway du Canada paraît être la seule qui se serve actuellement du frein Smith primitif.

Cet inventeur, pour obvier aux inconvénients reprochés au système Smith, remplace les cylindres compressibles, soit par une double cuvette, mi-partie en métal, mi-partie en caoutchouc, soit par un cylindre où se meuvent deux pistons entre lesquels se fait le vide, ce qui évite complètement l'emploi des diaphragmes flexibles.

Les figures 12, 13 et 14, pl. XXIV, se rapportent à la première disposition qui diffère de celle adoptée dans le frein à vide du système Hardy, adopté aujourd'hui sur un grand nombre de lignes européennes, par l'absence de l'une des deux cuvettes en fonte protégeant dans ce dernier appareil le diaphragme flexible.

Empire vacuum brake. — Les figures 9, 10, 11, pl. XXIV, reproduisent l'appareil de l'Empire vacuum brake pour lequel M. Eames a pris un brevet en 1878, et qui a été employé quelque temps sur le chemin de fer aérien de New-York. Pour éviter l'introduction de la poussière et de l'air humide, susceptibles de détériorer le cylindre et d'y déterminer des dépôts de glace en hiver, M. Eames met en communication chaque cylindre avec l'intérieur de la voiture, qui est généralement chauffée en hiver.

Un manchon à vis assemblant les deux parties de la bielle qui réunit les balanciers communiquant le mouvement aux freins permet dans le réglage de tenir compte de l'usure des sabots.

Un système particulier de joints automatiques sert à assembler les conduites d'une voiture à une autre. Chaque manchon d'assemblage se termine par une face inclinée sur laquelle vient se rabattre, sous l'action d'un ressort, un disque obturateur, dès que les manchons cessent d'être en contact. Un crochet permet de maintenir les disques obturateurs dans une position parallèle à l'axe du joint, quand les manchons ne sont pas en prise. Quand ils sont en prise, le crochet étant dégagé, les ressorts agissent pour amener la fermeture en appuyant le mentonnet d'un des manchons contre l'encoche correspondante[1].

1. M. Eames a récemment imaginé un système de frein à vide, dit *vacuum duplex*, décrit dans la *Revue générale des chemins de fer* (numéro de septembre 1880), où l'addition d'un réservoir de vide sous chaque wagon et d'une deuxième conduite générale complétée par une valve dite *duplex valve* fait acquérir à ce système de freins des propriétés analogues à celles du frein Westinghouse, tel qu'il est appliqué maintenant en Europe. Malgré les bons résultats obtenus avec ce nouveau frein, il est difficile de regarder comme

C'est sous sa forme la plus simple, c'est-à-dire avec des appareils comportant seulement une seule conduite et des cuvettes à diaphragme, que le frein Eames est aujourd'hui appliqué sur le chemin de fer aérien de New-York, à l'exploitation duquel le frein à vide convient tout particulièrement, en raison de la faible longueur des trains, comprenant en général trois voitures seulement, et marchant avec une vitesse qui ne dépasse pas 35 kilomètres à l'heure.

Sur l'une de ces lignes, le Metropolitan Elevated R.R., où le nombre des arrêts aux stations atteignait, dès 1878, 15 000 par mois, le frein Eames paraît faire un excellent service depuis son adoption. Au lieu d'être fixées au bâti des voitures, les cuvettes à diaphragme, au nombre de deux par voiture, sont adaptées aux châssis des trucks et placées dans la partie centrale des châssis. Cette disposition a l'avantage d'éviter au bâti des voitures une cause de fatigue et de détérioration, et de permettre de relier directement la tige du piston montée sur le fond du diaphragme avec l'appareil des freins proprement dit, sans gêner en rien la manœuvre des freins à main dont la disposition générale ne subit aucun changement.

On ne saurait contester que sous la forme qui lui a été donnée par M. Eames, le frein à vide ne soit très bien approprié aux trains composés d'un petit nombre de wagons et sujets à des arrêts très fréquents, son action étant alors suffisamment rapide, en même temps que son mécanisme se prête à une répétition de cette action aussi fréquente qu'on peut le désirer.

Freins à air comprimé. — Un des principaux reproches que l'on fait au frein à vide sous les diverses formes qui lui sont données aujourd'hui, c'est de n'être pas automatique, c'est-à-dire de n'être pas mis spontanément en action en cas d'accident. Les freins à air comprimé des divers systèmes appliqués tout d'abord sur les lignes américaines ne possédaient pas non plus l'avantage de l'automaticité. L'emploi de l'air comprimé permettait seulement d'obtenir avec ces premiers appareils une action plus énergique et sensiblement plus prompte sur les freins, et d'employer à leur construction des matières plus durables. Il existe encore en Amérique beaucoup

---

un véritable perfectionnement un surcroît de complication qui, en faisant perdre au frein à vide son avantage caractéristique qui est la simplicité, ne lui permettra jamais de lutter avec le frein à air comprimé pour la puissance et surtout la rapidité d'action.

de lignes qui se contentent du frein Westinghouse primitif, désigné sous le nom d'*atmospheric brake*, où l'air comprimé est fourni directement au cylindre de chaque frein par une pompe à air installée sur la locomotive.

C'est principalement de 1870 à 1873 qu'a eu lieu sur les lignes américaines l'introduction de ce premier frein à air comprimé.

Frein Loughridge. — Sur les lignes du Baltimore et Ohio R.R. en particulier, on a continué à employer un système de frein à air comprimé dû à M. W. Loughridge. Les figures 5 et 6, pl. XXIV, reproduisent les dispositions principales de ce frein. La pompe à air est actionnée directement par un excentrique calé sur l'essieu moteur.

L'air comprimé est mis par une valve en communication avec une conduite qui règne sur toute la longueur du train, et vient exercer sa pression, dans un cylindre à axe horizontal placé sous chaque voiture, contre un piston dont la tige porte une poulie. Sur la gorge de cette poulie passe une chaîne reliant les balanciers des freins. Deux autres poulies placées de l'autre côté de la chaîne sont fixées sur le bâti du cylindre. Le déplacement de la tige du piston, sous l'action de l'air comprimé, entraîne le déplacement latéral de la chaîne, et par suite le rapprochement de ses deux extrémités, qui détermine la mise en prise des freins.

Quand cesse l'action de l'air comprimé, le garde-frein, en enroulant la chaîne du frein à main sur un treuil, peut pousser le piston à fond de course et desserrer ensuite les freins par un mouvement inverse du treuil.

L'avantage principal de ce système est d'égaliser les pressions sur les deux trucks.

Les figures 7 et 8, pl. XXIV, reproduisent le système de joints employés avec le frein Loughridge.

La Compagnie du Baltimore et Ohio R.R. se déclare très satisfaite du frein Loughridge qui, en 1876, a donné de très bons résultats dans des essais faits sur son embranchement de Washington. Un train de dix voitures, marchant à une vitesse de 67 kilomètres à l'heure, aurait été arrêté en 16 secondes, après un parcours de 180 mètres à partir du moment de l'application des freins.

Depuis cette époque, M. Loughridge a apporté à son système de freins certains perfectionnements dont il est malheureusement

difficile d'apprécier la valeur, vu la difficulté d'obtenir des informations à ce sujet.

Frein Westinghouse. — Jusqu'en 1873, le frein Westinghouse, dont les premiers essais paraissent remonter à l'année 1869, a fonctionné dans des conditions analogues à celles que nous venons de décrire; ce n'est qu'à partir de cette époque qu'il a subi une transformation qui a eu pour résultat d'en rendre l'action à la fois automatique et sensiblement simultanée sur toute la longueur du train. Ce qui en est en effet le trait caractéristique, ainsi que le fait remarquer l'inventeur, c'est l'établissement sous chaque voiture d'un réservoir où l'air comprimé est emmagasiné à l'avance, préalablement à la mise en action des freins. Au moyen d'un organe spécial de distribution (*triple valve*), l'air comprimé fourni par la conduite générale peut être refoulé dans ce réservoir, ou envoyé dudit réservoir dans le cylindre des freins : il suffit pour cela de maintenir la pression dans la conduite générale ou de l'abaisser brusquement. Dans le premier cas, les freins restent desserrés; dans le second cas, ils s'appliquent instantanément, l'air comprimé n'ayant à parcourir entre chaque réservoir spécial et le cylindre des freins qu'un espace insignifiant.

Dans ce système, suivant la remarque qui en a été faite, chaque frein peut être comparé à un fusil chargé et armé, prêt à partir dès qu'on presse la détente, remplacée pour l'ensemble des freins par un robinet manœuvré par le mécanicien. Le frein Westinghouse est d'ailleurs en quelque sorte doublement automatique, en ce qu'il fonctionne de lui-même, à la fois pour obvier aux accidents et pour les prévenir; une rupture d'attelage met les freins en action, et leur serrage intempestif, résultant d'un dérangement quelconque, avertit de ce dérangement et force d'y porter remède, de la même manière que les appareils électriques employés pour les signaux de protection de la voie mettent ces signaux à l'arrêt en cas de dérangement.

Nous n'aborderons pas ici la description des diverses transformations qu'a subies le frein Westinghouse, soit en Amérique, soit en Europe, où il est appliqué maintenant sur un grand nombre de lignes. Il nous suffira de constater que son application au matériel européen, qui rencontrait des difficultés sérieuses en raison de la plus grande vitesse des trains et du plus grand nombre de voitures

dans chaque train, est aujourd'hui entrée tout à fait dans le domaine de la pratique, grâce à de nouveaux perfectionnements qui permettent de se servir du frein Westinghouse à la fois pour l'arrêt tant instantané que normal des trains et, dans une certaine mesure, pour la modération de la vitesse sur les fortes pentes[1].

Freins continus pour les trains de marchandises. — Jusqu'à présent, en Amérique comme en Europe, l'emploi des freins continus a été limité, sur presque toutes les lignes, aux trains de voyageurs. On se préoccupe néanmoins sérieusement de les introduire aussi dans les trains de marchandises. Cette introduction serait d'autant plus motivée en Amérique, que la manœuvre des freins, opérée successivement, ainsi que nous l'avons vu, sur tous les wagons d'un train, par suite des dangers que courent les garde-freins en circulant sur les wagons, est loin d'offrir les mêmes garanties d'efficacité qu'en Europe, où elle se concentre sur un certain nombre de wagons sur lesquels le serrage des freins peut être fait simultanément en toute sécurité par le personnel.

Dans les essais de freins continus qui ont été faits jusqu'à ce jour, on a complètement écarté comme trop compliqué le frein Westinghouse; pour les trains composés d'un petit nombre de wagons, on a essayé le frein Eames. Pour les trains d'une certaine longueur comprenant, comme il arrive souvent sur les grandes lignes, des wagons de toute provenance, on paraît disposé à renoncer à la continuité, et on se borne sur quelques lignes à intercaler des wagons pourvus de moyens de serrage automatiques, établis sur le même principe que le frein du système Guérin en France. Tel est en particulier le système de l'*American brake Company*, expérimenté depuis 1880 sur la ligne de Saint-Louis et San-Francisco (Missouri) entre Springfield et Stafford, où la compression des appareils d'attelage détermine la mise en action des freins susceptibles d'ailleurs d'être manœuvrés à la main, quand la vitesse de marche atteint de 10 à 12 kilomètres. L'action de la force centrifuge, en se développant sur des bras qui se meuvent autour d'un des essieux

1. On trouvera dans une note insérée à la fin de ce volume une reproduction des dispositions des freins Westinghouse, telles qu'elles résultent des derniers perfectionnements de l'inventeur, et un aperçu de celles d'un frein plus simple, fondé également sur le principe de l'air comprimé, le frein Wenger, qui a donné de très bons résultats dans les premières expériences auxquelles il a été soumis.

d'un truck, entraîne la mise en action des freins, la compression des attelages produisant alors l'enclanchement d'un levier à fourche qui les commande. Un ressort intercalé entre les sabots et le levier de commande soustrait ceux-ci à l'effet des chocs et empêche en outre le calage des roues.

Un autre ressort appliqué sur les bras actionnés par la force centrifuge tend, au moment de l'arrêt, à repousser ces bras et opère ainsi le déclanchement du levier à fourche de commande.

L'efficacité de ce système de freins suppose essentiellement l'emploi d'un frein énergique appliqué à la locomotive, pour déterminer sur la tête du train un ralentissement de nature à provoquer la compression progressive des attelages. C'est un frein à vapeur intercalé entre deux roues motrices qui est employé à cet effet.

Le refoulement du train ou l'emploi d'une machine en queue ne sont pas d'ailleurs susceptibles de mettre intempestivement les freins en action, tant qu'une certaine vitesse de marche n'est pas atteinte.

On reproche toutefois avec raison à ce frein d'être d'une construction compliquée, et de ne fonctionner qu'autant que la vitesse de marche atteint 10 kilomètres.

D'autres inventeurs, MM. Talman et Ward, ont aussi pris des brevets pour appliquer aux trains de marchandises des freins mis en action par des engrenages ou par friction, comme dans les freins Heberlein et Becker, puis un frein à sabot agissant sur les rails ; mais on ne peut pas dire que ces freins, qui ne sont guère que des freins de détresse, et dont l'action est loin d'être instantanée, soient entrés sérieusement dans la pratique de l'exploitation.

Emploi de la contre-vapeur. — L'emploi de la contre-vapeur, bien que ses avantages ne soient pas plus méconnus en Amérique qu'en Europe, pour modérer la vitesse des trains à la descente des fortes rampes, après des essais multipliés qui ont complètement réussi, ne paraît pas s'être généralisé sur les lignes américaines. Les mécaniciens se montrent d'autant moins disposés à s'en servir qu'ils ont sous la main des freins énergiques sur l'efficacité desquels ils peuvent compter, au moins pour les trains de voyageurs tous pourvus maintenant, ou peu s'en faut, de freins continus.

APPAREILS ENREGISTEURS.

Sur les lignes récemment livrées à l'exploitation, dans un état plus ou moins imparfait, et ayant au début un très faible trafic, on ne se préoccupe guère de la régularité de la marche des trains. Le temps des arrêts dans les gares n'étant pas habituellement fixé, la tendance du personnel des trains est de les faire les plus longs possibles, sauf à regagner entre les stations le temps perdu par une vitesse de marche bien supérieure à la vitesse normale. Nous avons vu d'ailleurs qu'indépendamment des stations pour voyageurs et marchandises, il y avait fréquemment des stations pour prendre, soit de l'eau, soit du combustible en route : autant d'autres causes d'irrégularité dans la marche, sur lesquelles les administrations de chemins de fer ont peu d'action, vu leur peu d'autorité sur un personnel essentiellement temporaire et nomade.

Il en est toutefois autrement pour les grandes lignes des États de l'Est, où une meilleure organisation des services permet un contrôle plus efficace de la marche des trains, et où la régularité de cette marche a un intérêt bien plus grand, en raison de l'activité du trafic et de l'importance des économies qu'elle est susceptible de procurer en consommation de combustible, comme en usure du matériel roulant et de la voie. Aussi a-t-on fini par aviser aux moyens d'y contrôler, au moins de temps en temps, la marche des trains par l'emploi d'appareils enregistreurs, qui ont été ensuite étendus à l'examen de la voie. Disons toutefois que l'appareil enregistreur le plus remarquable a été imaginé à l'occasion des essais comparatifs entrepris sur les freins continus, et qu'il est dû à M. Westinghouse.

Les appareils enregistreurs les plus simples se composent généralement de deux parties, mues, l'une par un mouvement d'horlogerie et donnant les temps écoulés, l'autre par l'essieu du véhicule et donnant les espaces parcourus. Une bande de papier, entraînée par l'un ou l'autre de ces deux mouvements, reçoit la trace faite par un style ou un crayon participant à l'autre mouvement. La vitesse se déduit de l'inspection du trait que reçoit le papier.

Dans l'enregistreur de M. Wythe, l'essieu transmet son mouvement à un tambour sur lequel est enroulé un papier que parcourt dans le sens de l'axe du cylindre un crayon ayant un mouvement

alternatif, qui lui fait parcourir la bande de papier en 30 minutes dans chaque sens. Les courbes ainsi tracées permettent de mesurer la vitesse par l'inclinaison de chacun de leurs éléments sur une parallèle à l'axe du tambour.

Un autre enregistreur, celui de M. Kettell, donne séparément les espaces parcourus sur un cadran, et fait mouvoir, par l'intermédiaire d'un excentrique calé sur un essieu, un levier soulevant à chaque révolution un style perçant une bande de papier, enroulée sur un tambour mu par un mouvement d'horlogerie, et divisée à l'avance par des traits transversaux correspondant à des fractions du temps. La vitesse se déduit alors du nombre de points tracés sur la bande du papier pour chaque fraction du temps. Le papier enroulé en spirale peut suffire pour un intervalle de temps de trente heures, et les points tracés correspondent chacun à un quart de mille, soit 400 mètres.

L'enregistreur de M. Westinghouse a cela de particulier qu'il donne directement la vitesse.

Cet appareil peut être installé sur une machine ou sur un wagon. Son fonctionnement repose sur la mesure de la pression sous laquelle s'écoule l'eau, qu'une pompe refoule en soulevant un clapet soumis à l'action de la force centrifuge développée sur des poids entraînés par le mouvement de rotation d'un essieu. Cette force étant proportionnelle au carré de la vitesse, à chaque instant, celle-ci se déduit directement de celle-là [1].

Il nous reste à dire quelques mots des appareils employés à apprécier l'état de la voie.

Appareil Pitcairn. — Dans les inspections annuelles de la voie sur le Pennsylvania R.R., on se rend compte de ses irrégularités au moyen de l'appareil inventé par M. Pitcairn et représenté pl. XXV, fig. 9 et 10. Il consiste dans un bâti que l'on peut fixer sur le plancher d'une machine ou d'un wagon. Deux flasques implantées sur le pied de ce bâti encadrent une longue lame d'acier flexible, à la partie supérieure de laquelle est une tête de marteau, et dont la flexibilité peut être réglée au moyen de vis de pression passant à travers les

1. On trouvera dans une note insérée à la fin de ce volume la description de cet appareil, d'un fréquent usage dans les essais de freins continus où sa grande exactitude a été fréquemment vérifiée.

flasques. Près du sommet du bâti, des glissières horizontales permettent de faire varier les positions de deux plaques portant chacune une sonnerie et un indicateur. Ces plaques sont rattachées à un système de leviers articulés, au moyen duquel on peut changer leurs positions par rapport au marteau. Au-dessous, de chaque côté, sont deux bras oscillants que l'on peut fixer dans une position quelconque. Ces bras portent aussi chacun un marteau, une sonnerie et un cadran indicateur.

Les marteaux sont disposés de manière à ne pas frapper la sonnerie quand la voie parcourue est en parfait état, mais tout joint défectueux et tout dénivellement de la voie déterminent un coup sur la sonnerie et le cadran. On peut ainsi découvrir, en un double passage aller et retour sur la voie, toutes ses défectuosités.

Dynagraphe Dudley. — L'appareil de M. Dudley, connu sous le nom de Dynagraphe, enregistre à la fois toutes les circonstances du parcours de trains, les variations des efforts de traction comme les inégalités de la voie, et les totalise pour un parcours donné. C'est, comme dans l'enregistreur de M. Westinghouse, la pression transmise par une colonne liquide à un diaphragme, qui, en écartant plus ou moins la pointe d'un style de sa position initiale, lui fait tracer, sur une bande de papier se déroulant sur des tambours, des ordonnées proportionnelles aux efforts à mesurer. S'il s'agit de la traction, la barre d'attelage placée entre deux wagons entraîne parallèlement à sa direction un piston pressant la colonne liquide; quand la traction est remplacée par une compression, un autre piston, se mouvant en sens opposé, agit sur la même colonne, communiquant avec un réservoir supérieur, d'où la pression est ensuite transmise à un piston conjugué avec le style.

Pour mesurer les inégalités de la voie, la colonne liquide est contenue dans un cylindre, fixé sur le balancier qui repose sur la boîte à graisse, et fermé en bas par un diaphragme que presse un ressort; l'huile contenue dans ce cylindre transmet ses oscillations à un autre diaphragme supérieur commandant directement le style enregistreur.

Le rouleau de papier sur lequel appuie le style est animé d'un mouvement proportionnel à la vitesse de marche qu'un autre style permet d'apprécier en y marquant un trait chaque seconde ou

chaque minute sous l'action d'un courant électrique interrompu périodiquement.

La totalisation des effets est obtenue à l'aide d'un cadran mû avec une vitesse proportionnelle à la vitesse de marche, sur lequel s'appuie une roulette occupant le centre du cadran et par suite immobile, quand les efforts transmis sont nuls, se mouvant au contraire avec une vitesse proportionnelle à son écartement de ce centre, et, par suite, à ces mêmes efforts, quand ils prennent une certaine valeur. Le nombre de tours de cette roulette est ainsi proportionnel à la fois à l'espace parcouru et à l'effort transmis.

A l'aide de cet appareil (pl. XXV, fig. 1), M. Dudley a pu obtenir une représentation graphique de l'état de chaque voie parcourue.

Sur quelques voies, il a constaté que, sous la charge des trains, certains joints s'abaissaient de $0^m,025$ au-dessous des points des rails situés aux tiers et deux tiers de leur longueur, et de $0^m,0125$ au-dessous des milieux des rails.

M. Dudley a trouvé que sur les meilleures voies les dépressions ne dépassaient pas de 3 à 4 millimètres, tandis qu'elles atteignaient 36 millimètres sur les plus mauvaises et, qu'au milieu des portées, les rails, lorsque le trafic est considérable, subissaient une dépression permanente, moindre toutefois qu'aux extrémités.

M. Dudley a en outre mesuré, à l'aide de ses appareils la surélévation des rails en courbe, au moyen de flotteurs placés dans des cylindres remplis d'eau et fixés de chaque côté d'un truck.

CHAPITRE XVII

BACS A VAPEUR

Au début de l'établissement des chemins de fer, l'art de la construction des ponts avait encore fait trop peu de progrès pour que les ingénieurs pussent tenter d'en construire pour franchir les cours d'eau d'une largeur et d'une profondeur un peu considérables. La situation précaire dans laquelle se trouvait alors l'industrie des chemins de fer lui interdisait d'ailleurs les fortes dépenses qu'eussent entraînées de telles constructions. De là de nombreuses lacunes dans la plupart des réseaux, comblées d'une manière plus ou moins satisfaisante par des services de bacs à vapeur.

Sur toute la côte de l'Atlantique découpée par de vastes estuaires, accessibles sur de grandes longueurs à la navigation maritime, il existe encore de nombreux services de ce genre : c'est par ce moyen que communiquent, par exemple, avec New-York, dont ils sont séparés par l'Hudson, les chemins de fer de l'Érié, du Pennsylvania et du Delaware, Lackawanna et Western ; la ligne du New-York Central et Hudson River R.R., qui depuis Albany suit la rive gauche de l'Hudson, est la seule ligne desservant directement ce port[1].

Plus à l'intérieur du continent, dans la vallée du Mississipi, il faut remonter jusqu'à Saint-Louis, c'est-à-dire jusqu'à 1100 kilomètres de l'embouchure de ce fleuve, pour trouver un pont, construit au milieu des plus grandes difficultés (t. I, p. 182 et 293) et terminé seulement en 1873. L'ancien bac à vapeur, qui servait à franchir le fleuve, a marché encore longtemps après son ouverture. En aval de ce pont, des services de bacs à vapeur portant des trains

---

1. On a récemment entrepris à New-York, pour faire communiquer les deux rives de l'Hudson, un souterrain dont les travaux, exécutés à l'aide de l'air comprimé, ont été interrompus par un accident, et repris ensuite sous la direction de M. Sooy-Smith.

de wagons font communiquer, à Cairo, à Memphis et à la Nouvelle-Orléans, les lignes venant de l'Est avec celles qui les prolongent sur la rive droite du fleuve vers les États d'Arkansas et de Texas.

Dans la région des lacs, communiquant, comme on le sait, entre eux par des canaux naturels, c'est aussi au moyen de bacs que sont reliés, à travers celui qui réunit le lac Huron au lac Érié, les chemins de fer du Canada et des États-Unis. .

Enfin, sur la côte du Pacifique, la baie intérieure dont le port de San-Francisco occupe l'entrée, est sillonnée par un grand nombre de *ferry-boats* mettant cette ville en communication avec les diverses lignes de chemins de fer aboutissant aux autres ports de la baie.

Il n'entre pas dans notre objet de décrire celles de ces installations qui, affectées uniquement au transport des voyageurs ou des marchandises mises hors des wagons, n'empruntent à la voie ferrée aucune appropriation spéciale. Nous nous contenterons de donner quelques spécimens de celles qui sont destinées à porter des trains avec ou sans locomotives.

Bac de Jersey-City. — Une des installations les plus simples est celle au moyen de laquelle la Compagnie du Pennsylvania R.R. fait passer à Jersey-City, de l'une à l'autre rive de l'Hudson, les wagons de marchandises à destination de New-York. On se sert pour ce pas sage de chalands en bois de forme rectangulaire, de 45^m,30 de long, 10^m,45 de large, et 2^m,00 de creux. Ces chalands, représentés pl. XII, fig. 1, 2, et 3, recouverts d'un bordage de 0^m,025, sont consolidés intérieurement par six fermes longitudinales dont quatre sont placées à l'aplomb des rails. Au milieu du chaland et sur toute sa longueur, règne une plateforme couverte de 2^m,00 de large, élevée de 1^m,80; d'autres petites plateformes non couvertes en occupent les bords.

Des heurtoirs sont établis à l'une des extrémités du chaland, tandis qu'à l'autre extrémité un système de treuils sert aux manœuvres de halage et de déhalage.

Le tablier mobile intercalé entre le chaland et les voies a 34^m,10 de long, 9^m,20 de large, et il est porté par trois fermes du système Howe espacées deux à deux de 5^m,00. Chaque ferme pivote à l'une de ses extrémités autour d'un axe horizontal; à l'autre extrémité, elle repose, par l'intermédiaire d'un appui dont on peut régler la hauteur, sur un ponton logé entre deux appontements fixes. Une

potence transversale (pl. XII, fig. 1, 2 et 4), établie au-dessus du ponton et portée par les appontements, sert, au moyen de treuils, à soulever le tablier; on peut d'ailleurs faire varier la hauteur immergée du ponton au moyen de lest ou en faisant jouer des pompes.

Le tablier rachète une dénivellation maxima de $1^m,80$ avec une déclivité qui est au maximum de $0^m,026$ par mètre dans l'un ou l'autre sens; on pousse les wagons sur le chaland au moyen de grands wagons plats à huit roues, d'une longueur suffisante pour que la locomotive n'ait pas à s'engager sur le tablier. Les wagons une fois amenés ainsi, au nombre de quatre sur chaque voie, on décroche les chaînes d'amarrage du chaland, et on l'amarre à un petit remorqueur qui le conduit à New-York, séparé par une distance de 1100 mètres de Jersey-City.

A New-York les wagons sont déchargés puis rechargés sans quitter le chaland amené bord à quai ; les parties surélevées au centre et sur les bords facilitent ces opérations.

Les transbordements ainsi effectués par le Pennsylvania R.R. emploient quatre chalands et trois remorqueurs; ils ont lieu à raison de 350 wagons par vingt-quatre heures, représentant un poids utile de marchandises de 3500 tonnes.

La Compagnie du Pennsylvania R.R. et les autres Compagnies ayant leurs terminus à Jersey-City ont en outre à leur service les chalands de la *National Towing Cy* au nombre de quatorze dont la traction est faite par cinq remorqueurs. Ces chalands portent dix wagons à la fois au lieu de huit.

Bac de Detroit. — Les bacs qui font le trajet à Detroit pour le compte de la Compagnie du *Canada Southern R.R.* sont établis sur des proportions beaucoup plus vastes; ce sont de grands vapeurs à aubes où les roues, au lieu d'être actionnées par un balancier, comme cela a lieu le plus souvent pour les steamers de rivière en Amérique, sont mues par un système d'engrenages recevant le mouvement de bielles articulées sur les pistons. Les dessins pl. XII, fig. 5, 6 et 7, reproduisent l'élévation longitudinale, le plan et la coupe transversale de l'un de ces grands bacs dont nous donnons ci-après les dimensions principales :

Longueur totale		81m,75
Largeur au maître bau	prise en dehors des tambours	22m,87
	» en dedans »	14m,03
Creux	au milieu	4m,75
	aux extrémités	4m,45
Tirant d'eau		2m,40

Chaque roue est commandée par une double machine horizontale indépendante, dont les cylindres ont 0m,70 de diamètre et 1m,20 de course ; ces machines ont ensemble une force nominale de 600 chevaux.

Le rapport des vitesses des machines et des roues est de 3 à 1. Les chaudières sont en acier et à quatre bouilleurs.

Il y a sur le pont trois voies pouvant porter chacune huit wagons.

Le tablier servant à faire passer les wagons sur le *ferry-boat* est représenté par les figures 8 et 9, pl. XII; il a une longueur de 15m,60 seulement. Il est porté par six poutres armées longitudinales, placées à l'aplomb des rails, reliées transversalement par deux autres poutres armées, et munies à leurs extrémités d'armatures en fer qui viennent porter sur le *ferry-boat*.

Ce pont mobile est tenu en équilibre par des contrepoids au moyen d'un double balancier et peut reposer sur un plancher fixe. Chaque balancier, tournant autour d'un arbre horizontal oblique sur la direction du tablier, est placé à l'une des extrémités d'une potence portée par un appontement fixe. En agissant au moyen d'une chaîne sur un prolongement du balancier ménagé du côté du contrepoids, on peut facilement soulever tout le tablier Cette installation très simple du tablier suffit, eu égard aux faibles variations du niveau de la rivière de Detroit.

Il est à remarquer que les wagons transportés par ce bac ne subissent pas, comme ceux qui franchissent l'Hudson entre Jersey-City et New-York, des opérations de chargement et de déchargement sur le bac même; ils ne font que traverser la rivière de Detroit. Aussi le nombre de voyages que peut faire chaque *ferry-boat* est-il beaucoup plus considérable.

Pendant l'année 1877, un des deux *ferry-boats* de la Compagnie du Canada Southern Ry a transporté d'une rive à l'autre 230 065 wagons en 13 897 voyages. Il y avait en moyenne, par jour, un mouvement de 630 wagons, 38 passages, et 17 wagons à chaque passage d'une durée qui habituellement ne dépassait pas 13 minutes.

Bac à l'embouchure du Sacramento. — Un des plus grands bacs à vapeur est certainement celui qui a été installé par la Compagnie du Central Pacific R.R. pour faire le service entre Benicia et Port Costa, à l'embouchure du Sacramento. En jetant les yeux sur la carte, on voit que le Central Pacific entre Sacramento et Oakland fait un détour considérable, les inconvénients de ce détour sont aggravés par les fortes rampes au moyen desquelles on franchit au col de Livermore la chaîne du *Coast-Range*.

Un embranchement du Central Pacific R.R., qui suit à partir de Sacramento la rive droite de la rivière du même nom, aboutit, à l'embouchure de ce fleuve, au port de Benicia, d'où il n'est plus séparé d'un court tronçon de chemin de fer conduisant à Oakland que par la largeur de l'embouchure de la rivière, qui est d'environ 1600 mètres. En comblant cette lacune par un service de bac à vapeur, on est parvenu à réduire le trajet de San-Francisco à Sacramento qui est, par la ligne principale du Central Pacific de 224 kilomètres, à 150 kilomètres, soit un raccourcissement de 74 kilomètres de parcours et de près de trois heures sur la durée du voyage.

Le bac à vapeur établi à cet effet, le « *Solano* », est disposé de manière à pouvoir porter des trains avec machine et tender; il peut contenir jusqu'à 48 wagons de marchandises; il a une longueur mesurée sur le pont de $150^m,67$, une largeur maxima de $35^m,40$ se réduisant à $19^m,52$ entre tambours, une hauteur au centre de $5^m,64$, un tirant d'eau de $1^m,50$ à vide et de $2^m,00$ à charge. Il jauge 3541 tonneaux.

Les machines, doubles et à balanciers verticaux, sont placées au centre du navire l'une devant l'autre, au lieu d'être de front, de manière à mieux dégager le pont pour les voies; elles peuvent développer 200 chevaux chacune et actionnent séparément chaque roue.

Le Solano est muni à chaque extrémité d'un quadruple gouvernail, manœuvré à volonté à la vapeur ou à la main par les pilotes, placés sur une tour établie à l'avant. Quatre passerelles sont jetées d'un bord à l'autre pour la facilité du service.

Les tabliers d'embarquement ont 30 mètres de longueur et sont disposés de manière à permettre aux locomotives d'amener les trains à bord; ils portent quatre voies et pèsent chacun 150 tonnes. Ils sont munis de contrepoids et manœuvrés par la force hydraulique.

En général, malgré leurs grandes dimensions, on ne peut pas dire que les bacs affectés au service des chemins de fer en Amérique

soient en progrès sur les installations analogues en Europe; ils sont surtout caractérisés par leur simplicité de construction, par l'usage plus fréquent qui en est fait, et par l'importance du mouvement qu'ils desservent. Ils n'ont d'ailleurs été acceptés en général qu'à titre de solution provisoire, et on cherche partout à les remplacer par des ponts fixes ou par des souterrains; le fait de leur emploi pour raccourcir une ligne de chemin de fer a un caractère tout à fait exceptionnel, et montre une fois de plus que les Américains se préoccupent avant tout d'économiser l'argent et le temps, en adoptant dans chaque cas la solution la plus propre à atteindre ce but, sans aucun esprit de système.

SIXIÈME PARTIE

EXPLOITATION TECHNIQUE

CHAPITRE XVIII

ORGANISATION DES SERVICES

Généralités. — S'il est une organisation en Amérique qui fasse contraste avec l'organisation politique, c'est assurément celle des grandes Compagnies de chemins de fer. Autant dans la première de ces organisations l'autorité se fait peu sentir, et le personnel supérieur, sujet à toutes les vicissitudes de la politique, est peu stable autant, au contraire, dans les Compagnies, on sent une direction énergique et une administration permanente, où la capacité et l'expérience professionnelles marquent les rangs et assurent les positions. Là, au contraire de ce qui arrive en matière gouvernementale, on peut dire que c'est le pouvoir exécutif représenté par le Président ou le Directeur de l'exploitation qui est le pouvoir dominant, et qui tient sous sa dépendance le pouvoir législatif représenté par les assemblées générales des actionnaires.

Aussi ne faut-il pas s'étonner de voir dans les chemins de fer un grand nombre d'hommes distingués fournir de brillantes carrières; devenir, par la fortune et par l'autorité qu'ils acquièrent, de véritables puissances et mériter d'être appelés les rois des chemins de fer (*railroad kings*).

A côté des grandes Compagnies devant à la direction qui leur a été imprimée par un certain nombre de personnalités éminentes l'extension de leurs réseaux et leur importance financière, la variété des conditions dans lesquelles les Compagnies de chemins de fer se

forment et se développent, et la liberté complète dont elles jouissent font qu'il y a place pour les organisations les plus différentes.

On peut dire néanmoins que ces organisations ont certains caractères communs, où se reflètent le génie et les mœurs de la nation américaine, qui a trouvé dans les chemins de fer un champ particulièrement propre à faire valoir ses aptitudes.

Il est à remarquer tout d'abord que, dans la plupart des Compagnies, il n'y a pas de ligne de démarcation tranchée entre le conseil de surveillance ou d'administration et la direction proprement dite. Le nom seul de Directeurs, attribué aux membres du Conseil d'administration, marque qu'ils n'ont pas seulement mission de contrôler, mais qu'ils peuvent encore diriger l'administration de la Compagnie. En fait, le Président de la Compagnie, qui est aussi le Président du Conseil des Directeurs, est le plus souvent un véritable Directeur général concentrant entre ses mains la direction de tous les services, auxquels les vice-présidents en plus ou moins grand nombre sont préposés sous ses ordres.

Services commerciaux et financiers. — D'autre part, les Compagnies de chemin de fer se considèrent bien plus comme des entreprises commerciales et financières que comme chargées, par délégation de l'autorité, de pourvoir à un service public. A côté du service essentiel de l'exploitation technique, les agences, tant pour les transports de voyageurs que pour ceux de marchandises, tiennent une place considérable; elles s'occupent, au moyen de sous-agences, répandues non seulement dans toutes les villes importantes des États-Unis et du Canada, mais encore parfois dans les centres commerciaux les plus importants d'Europe, de placer leurs transports comme un commerçant placerait ses marchandises, et elles ont recours à tous les procédés de publicité et d'achalandage en usage dans le commerce. Aussi le service commercial, qui constitue une des branches les plus importantes de l'administration de la plupart des Compagnies, embrasse-t-il généralement sous le nom de *freight agents, ticket agents, soliciting agents* un personnel beaucoup plus nombreux que dans les Compagnies européennes les plus largement organisées à ce point de vue.

Autant elles cherchent à réduire le personnel technique, autant elles se montrent disposées à étendre l'organisation du personnel commercial.

Une grande importance est également donnée par elles à toutes les opérations concernant les valeurs de chemins de fer, au point que certaines Compagnies pourraient être considérées à plus juste titre comme des Sociétés ayant pour objet toutes les opérations portant sur ces valeurs en général en y rattachant l'exploitation de certaines lignes, que comme des Compagnies constituées spécialement en vue de cette exploitation. Il est peu de Compagnies qui n'aient pas en portefeuille un nombre plus ou moins considérable d'actions et d'obligations d'autres Compagnies, sur lesquelles elles font le plus souvent des spéculations à la hausse et à la baisse; c'est en même temps un moyen de préparer progressivement l'absorption de certaines lignes dans leurs réseaux.

On comprend dès lors l'importance que peuvent acquérir dans ces conditions les services financiers de certaines Compagnies, à la tête desquelles sont placés le plus souvent un ou plusieurs Directeurs.

Les concessions de terre accordées aux Compagnies par le Gouvernement fédéral et par les États servent également de base à des opérations spéciales dans les États de l'Ouest, et nécessitent l'adjonction d'un personnel (*land agents*) placé sous la direction d'un président ou d'un vice-président de la Compagnie. Ce personnel est en partie échelonné le long des nouvelles lignes, en partie distribué dans les ports américains où arrivent les immigrants et dans les principaux ports européens d'où ils partent. Ce service, dirigé par un chef (*general land agent*), joue un rôle capital pour les Compagnies des États de l'Ouest, dont la vente des terres constitue la principale ressource au début de leur existence, et souvent l'unique garantie des engagements contractés à l'égard de leurs créanciers.

Services techniques. — Si, maintenant, laissant de côté ces services accessoires, l'on considère les services purement techniques, on est frappé de la part qui, tout en maintenant intacte l'unité d'action indispensable pour le bon fonctionnement de ces derniers services, est laissée à l'initiative des agents à tous les degrés de l'échelle administrative.

Ce que les Compagnies exigent d'eux, c'est beaucoup moins l'uniformité des procédés à employer pour obtenir un résultat déterminé, que ce résultat même. Les règlements écrits sont rares; quelques grandes Compagnies seulement, dans ces dernières années, ont fait

imprimer sous forme de recueils les instructions les plus indispensables pour la définition des attributions de chaque employé. D'autre part, outre que la plupart des grands réseaux, résultant de l'agglomération progressive de réseaux plus petits, construits et exploités de différentes manières, se prêteraient mal à une organisation uniforme des services, comme celles que les Compagnies françaises, par exemple, qui construisent généralement elles-mêmes les embranchements qu'elles doivent exploiter, introduisent chez elles ce système d'organisation répugne à l'esprit des Américains, qui lui reprochent avec une certaine raison de ne pas tenir compte de la grande variété des conditions dans lesquelles il doit être appliqué. C'est un motif de plus pour laisser aux agents plus de liberté et aussi plus de responsabilité, tant dans les détails de leur service que dans le choix des employés subalternes qu'ils ont sous leurs ordres.

Service de comptabilité et de caisse. — Le seul service où l'on rencontre une centralisation que l'on serait tenté de qualifier d'exagérée est celui de la comptabilité. Sur la plupart des réseaux, tous les comptes sont non seulement vérifiés au siège social de la Compagnie, mais encore payés par un seul agent qui se transporte successivement sur toutes les lignes avec son wagon spécial (pl. VI, fig. 1 à 4) annoncé par dépêche télégraphique aux diverses stations. Il s'ensuit que les employés et ouvriers de la Compagnie ne reçoivent souvent leurs salaires mensuels qu'avec un grand retard.

Il semble que les Compagnies, qui se reposent si volontiers sur l'intelligence et le coup d'œil de leurs employés dans les services techniques, ne fassent plus aucun fonds sur eux dès qu'il s'agit de maniement d'argent. Cette défiance, que la fréquence des détournements et l'insuffisance des moyens dont on dispose, soit pour les prévenir, soit pour les réprimer, sont de nature à justifier, crée de réels embarras pour la marche de certains services. L'instabilité du personnel dans les emplois subalternes, où généralement les agents ne sont engagés que pour un mois, est d'ailleurs peu propre à les diminuer.

Expédition des affaires. — La lenteur avec laquelle fonctionne le service de la comptabilité contraste avec la promptitude avec laquelle se fait en général l'expédition de toutes les affaires, qui se

traitent très souvent verbalement ou par dépêches télégraphiques, de manière à éviter le plus possible les écritures et les retards qu'elles entraînent. Une réclamation faite verbalement au chef de service local reçoit immédiatement de lui une réponse; conclut-il à une indemnité, le chiffre, après en avoir été soumis à l'instant même à son supérieur, en est fixé tout de suite. Il est de principe, dans la plupart des administrations de chemins de fer, que l'on doit toujours répondre à une demande quelconque dans les vingt-quatre heures.

La plupart des chefs de service, assujettis à des tournées qui absorbent une grande partie de leur temps, traitent en route une foule de questions, soit sur place, soit par dépêches télégraphiques. Une demande qui leur est adressée par le télégraphe, à une station par laquelle ils doivent passer, est suivie immédiatement d'une réponse par la même voie.

Leur service est maintenu ainsi constamment à jour, malgré leurs fréquents voyages. Cette manière expéditive de traiter les affaires, en harmonie avec la promptitude de décision qui caractérise le public américain, permet de simplifier considérablement le personnel des bureaux pour chaque employé supérieur, qui peut se contenter le plus souvent d'un secrétaire et d'un ou deux télégraphistes et sténographes, pour rédiger et transmettre immédiatement ses ordres ou ses réponses. Il est clair que cette simplification suppose implicitement dans les services une décentralisation qui débarrasse les employés supérieurs de tous les détails et réduit leur intervention à la solution des questions les plus importantes.

Responsabilité personnelle des agents. — Si, sur les nombreuses publications annuelles relatives aux chemins de fer (indicateurs, journaux spéciaux, tarifs) on voit figurer généralement les noms de tous les agents composant le personnel supérieur des Compagnies avec l'indication précise de leurs attributions, c'est pour que le public puisse savoir immédiatement à qui il doit s'en prendre des faits dont il peut avoir à se plaindre, bien plus que pour grossir à ses yeux l'importance des Compagnies par l'étalage d'un nombreux état-major.

Chaque Compagnie estime qu'il vaut beaucoup mieux stimuler le zèle et la vigilance de ses agents, en engageant ainsi leur responsabilité personnelle à l'égard du public, que de s'attacher à couvrir tous leurs actes de la responsabilité anonyme de la Compagnie. Toutes les circulaires, avis, affiches, émanant d'une branche de

service, portent toujours en conséquence la mention de l'agent spécial qui en est l'auteur.

Organisation du personnel supérieur du Pennsylvania R.R. — Une des Compagnies dont l'organisation fournit le meilleur exemple de cette décentralisation, combinée avec une très grande concentration de pouvoirs à d'autres points de vue, est sans contredit la Compagnie du Pennsylvania R.R. [1].

Cette Compagnie, dont nous avons eu maintes fois l'occasion de signaler l'importance, possède un réseau qui, en laissant de côté les lignes situées à l'Ouest de Pittsburg, soumises à une administration particulière, relevant toutefois du Pennsylvania R.R., comprend trois parties bien distinctes.

1° Le *Central Pennsylvania R.R.*, de Pittsburg à Philadelphie, cumulant un grand trafic de transit avec un trafic local non moins important et s'étendant sur 1759 kilomètres.

2° Le groupe des *United Railroads of New-Jersey*, affermé par la Compagnie, et desservant entre New-York et Philadelphie un mouvement de voyageurs plus important que celui des marchandises : l'étendue de ce groupe de lignes est de 685 kilomètres.

3° Le *Philadelphia and Erie R.R.*, également affermé, dont le trafic consiste principalement en charbon et huile de pétrole ; la longueur de cette ligne entre Sunbury et Port-Erie est de 464 kilomètres.

C'est seulement en 1871 et en 1862 que les deux derniers groupes de lignes ont été réunis pour l'exploitation au Pennsylvania R.R.

La Compagnie du Pennsylvania R.R. est administrée par des Directeurs au nombre de treize, soumis de droit à une élection annuelle, mais de fait réélus tous les ans. Ces Directeurs constituent le Conseil d'Administration, qui se divise pour l'examen des affaires en quatre comités : finances, construction et exploitation, propriétés foncières de la Compagnie, affaires courantes.

Le Conseil de surveillance a pour Président le chef de l'administration de la Compagnie, et trois vice-présidents, qui, outre qu'ils font avec le Président partie de chaque comité spécial, participent sous sa direction à l'administration de la Compagnie.

Le Président a en conséquence la haute main sur toutes les affaires

1. Un ingénieur allemand, M. H. Bartels, a publié une notice très complète sur l'organisation du personnel du Pennsylvania R.R. dont nous avons fait divers extraits.

de la Compagnie, dont il représente essentiellement le pouvoir exécutif, il est secondé par trois adjoints (*assistants*) qu'il couvre de sa responsabilité.

Il a sous ses ordres, pour gérer les affaires de la Compagnie, les trois vice-présidents, placés chacun à la tête d'une branche de service.

Le premier vice-président est préposé au service de la comptabilité (vérification des recettes et des dépenses).

Le deuxième, à toutes les opérations financières.

Le troisième, à l'administration générale de l'exploitation.

Le premier vice-président a sous ses ordres le chef de la comptabilité (*comptroller*), qui a pour le seconder trois vérificateurs (*auditors*) chargés, l'un des recettes marchandises, l'autre des recettes voyageurs, le troisième des dépenses.

Sous la direction du deuxième vice-président, un trésorier général (*treasurer*) préside à toutes les opérations financières ou de trésorerie avec un adjoint et un caissier. Les payements se font ordinairement par chèques signés par le trésorier et contresignés par le caissier. Le trésorier général, qui a toute liberté pour le recrutement de ses employés, est tenu de fournir un cautionnement de 500 000 dollars ; le caissier doit également verser un cautionnement.

Le troisième vice-président a la direction générale de l'exploitation divisée en deux branches : exploitation technique et exploitation commerciale, divisée en service de voyageurs et service de marchandises.

A la tête de l'exploitation technique est le chef d'exploitation (*general manager*) dont le service comprend à la fois l'entretien et la surveillance des voies et des bâtiments, la traction, et le mouvement. Il lui est adjoint pour la direction de ces divers services : 1° un ingénieur chargé de centraliser les projets et les marchés qui se rapportent à l'entretien de la voie ; 2° un ingénieur spécial pour tous les travaux d'art et les bâtiments de la ligne, qu'il doit inspecter deux fois par an ; 3° un agent chargé de l'acquisition de toutes les matières ; 4° un chef du contentieux (*general solicitor*), ayant sous sa direction vingt-trois agents de district (*solicitors*), répartis sur tout le réseau, et assisté d'un avocat consultant (*general counsel*) ; 5° un ingénieur chargé de toutes les opérations concernant les propriétés foncières de la Compagnie (plans, estimations, locations).

Les services de l'exploitation technique, de l'exploitation commerciale, et du contentieux, se développent parallèlement dans chacun des trois groupes (*divisions*) de lignes formant le réseau pennsylvanien, pour lesquelles il y a autant de chefs de service divisionnaires, l'exploitation commerciale se dédoublant toujours à chaque degré de la hiérarchie en deux branches, voyageurs et marchandises. Il n'y a toutefois qu'un seul agent général pour l'ensemble des deux services des bagages et des transports de marchandises faits en commun avec les autres lignes.

Les trois services de l'entretien de la voie, de la traction et du mouvement, contrairement à ce qui a lieu en Europe, restent toujours réunis sous la direction générale, tant des trois chefs d'exploitation divisionnaires (*general superintendents*) résidant respectivement à Altoona, à Jersey-City et à Williamsburg, que des chefs subdivisionnaires (*division superintendents*), placés sous leurs ordres, au nombre de sept pour la division de Pennsylvanie, et de trois pour chacune des deux autres divisions.

Chacun des chefs d'exploitation divisionnaires a en outre sous ses ordres un chef de traction (*superintendent of motive power*) et un chef de mouvement (*superintendent of transportation*).

Les chefs de traction ont la direction des grands ateliers de réparation des machines et wagons.

Le chef de traction des grands ateliers d'Altoona, où se construisent les locomotives et les wagons, a de plus la haute main sur tous les ateliers, auxquels il fournit les types de construction des machines, et il doit centraliser l'inventaire de tout le matériel roulant.

Les chefs de mouvement ont à veiller aux expéditions de matériel dans les diverses subdivisions, et celui d'Altoona a de plus à centraliser les comptes auxquels donne lieu le parcours des wagons tant de la Compagnie que des autres Compagnies qui empruntent son réseau.

Le bureau du mouvement d'Altoona fonctionne sans interruption : le service y est fait par trois brigades composées chacune de quinze employés se relayant de huit en huit heures; leurs opérations portent sur 10 000 wagons environ appartenant à la Compagnie du Pennsylvania et sur à peu près autant de wagons étrangers.

Le personnel placé sous la direction du chef d'exploitation subdivisionnaire comprend :

1° Service de l'entretien de la voie : un ingénieur (*assistant engineer*) avec plusieurs chefs de section (*supervisors*), commandant des chefs d'équipe (*foremen of road repairs*), et des gardiens sur la voie et sur les ponts (*road and bridge watchmen*), ainsi que des chefs d'atelier pour les travaux de charpente et de peinture.

2° Service du mouvement : les chefs du mouvement (*train masters*), ayant sous leurs ordres des employés spécialement préposés à la composition des trains et aux manœuvres de gare (*yard despatchers*) dans chaque grande station, et de plus les conducteurs et gardefreins des trains de voyageurs et de marchandises, et les aiguilleurs (*switch tenders*).

3° Service du matériel roulant : les chefs de dépôt (*master mechanics*) ayant chacun sous ses ordres plusieurs chefs d'atelier (*shop clerks*), les préposés aux dépôts de bois et de charbon (*wood and coal station keepers*), les préposés à la visite des wagons (*foremen of car inspectors*), les mécaniciens et chauffeurs (*engineers and firemen*), et le mécanicien en chef inspecteur des machines (*road foreman of engines*). — Ces divers agents, soumis à l'autorité du chef d'exploitation subdivisionnaire doivent d'ailleurs obéir, au point de vue technique, aux ordres du chef de traction de la division.

4° Service des gares et du télégraphe : les chefs des gares principales et ordinaires (*depot masters et station agents*) assistés des préposés aux bagages (*station baggage agents*), qui relèvent en même temps du chef du service commercial, et les chefs du service télégraphique (*division operators*), ayant sous leurs ordres plusieurs employés chargés, soit de la manipulation des appareils télégraphiques, soit de la réparation des fils.

Le trait caractéristique de cette organisation est la réunion sous une direction unique, à tous les degrés de l'échelle, de tous les services techniques se rapportant à l'exploitation. Chaque subdivision d'exploitation a son budget, son personnel, son matériel propres. Le surintendant divisionnaire intervient seulement pour régler les rapports entre les diverses subdivisions et les différentes affaires qui leur sont communes : marche et composition des trains, répartition du matériel roulant entre les diverses subdivisions, etc. C'est ensuite l'affaire du directeur général, chef de l'exploitation, de qui dépendent à la fois les services commerciaux et techniques, de mettre les ressources de ceux-ci en harmonie avec les besoins de ceux-là.

Ce système de décentralisation des services techniques a l'avantage de décharger l'administration centrale d'une foule de questions dont la solution, qui exigerait autrement son intervention, ne relève plus que du chef de subdivision, qui est sur les lieux et qui peut les trancher immédiatement; essentiellement favorable à l'harmonie qui doit régner entre les divers services, il rend leur coopération plus effective, en donnant au chef d'exploitation plus d'initiative et plus d'action personnelle sur ses subordonnés; permettant de régler plus strictement l'organisation des services sur les besoins réels de chaque partie du réseau, il est en outre plus économique en ce qu'il exige moins d'employés; aussi un grand nombre de Compagnies ont-elles adopté ce système pour l'administration de leurs lignes.

Il est toutefois douteux que cette organisation de service pût convenablement s'adapter à une grande ligne parcourue chaque jour par un très grand nombre de trains de vitesses très différentes, où les exigences du service du mouvement seraient de nature à primer toutes les autres; la ponctualité de ce service s'accommoderait mal du passage des ordres par des intermédiaires qui seraient pour leur exécution une cause de retard d'autant plus sérieuse, qu'ils seraient sujets à de fréquentes tournées. La centralisation semble alors une nécessité inévitable. Mais, dès qu'il s'agit par exemple d'un groupe de lignes divergentes, ou d'une ligne unique à faible fréquentation ou parcourue surtout par des trains de marchandises, les avantages de la décentralisation paraissent l'emporter sur ceux de la centralisation.

Grâce à cette organisation, complétée par un chef d'exploitation pour les canaux affermés par la Compagnie, et par un agent général préposé sous les ordres du directeur général, chef de l'exploitation aux mouvements des trains dans l'intérieur de Philadelphie, le personnel des employés supérieurs est en définitive très restreint. Il comprend à Philadelphie trente personnes, et au dehors, dans les trois grandes divisions du service, trente-cinq personnes seulement, y compris le président et les trois vice-présidents. Chaque président n'a qu'un secrétaire. Tout le personnel du bureau du *General Manager*, dont le service est de beaucoup le plus important, et dont les fonctions équivalent à celles d'un directeur général, ne comprend qu'un secrétaire, un expéditionnaire-sténographe, et deux télégraphistes. Les chefs d'exploitation divisionnaires ont le même personnel, moins l'expéditionnaire.

Il est à remarquer que dans cette organisation, le service de la voie n'est représenté qu'au dernier degré de l'échelle, et celui de la traction, qu'à l'avant-dernier. Quant au service de la construction, il est seulement représenté par un ingénieur consultant. En général il n'existe pas de service de construction permanent dans les Compagnies américaines; ce service n'a le plus souvent qu'un caractère provisoire; nous verrons plus loin que fréquemment l'extension des réseaux se fait par annexion de lignes déjà construites.

Signalons, pour terminer l'exposé qui vient d'être fait de l'organisation du personnel de la Compagnie du Pennsylvania R.R., l'institution récente de l'inspection générale annuelle de la voie, qui remédie à la lacune que nous venons de constater dans ce service. Cette inspection est faite habituellement à la fin de l'automne par le directeur général chef de l'exploitation, accompagné des directeurs divisionnaires et subdivisionnaires : elle consiste en un premier parcours de la voie fait dans un train spécial marchant à la vitesse de 60 kilomètres à l'heure et muni de l'appareil Pitcairn décrit page 177, qui est destiné à en dénoncer toutes les parties défectueuses, et un deuxième parcours accompli en sens inverse à une vitesse de 16 à 20 kilomètres, pour lequel tous les chefs de section se joignent successivement aux personnes ayant fait partie de la première tournée. Toutes celles qui font partie de la deuxième prennent des notes sur l'état de la voie dans chaque section et chaque canton, et classent à la majorité des voix les chefs de section et les chefs d'équipe. Une prime de 500 francs pour les chefs de section et de 250 francs pour les chefs d'équipe récompense les mieux notés. L'émulation qui s'établit ainsi entre ces agents permet d'obtenir des améliorations notables sans avoir besoin d'organiser pour ce service un état-major spécial.

Centralisation des services financiers et commerciaux, décentralisation de l'exploitation technique, tels sont en un mot les traits caractéristiques de l'organisation du personnel dans la Compagnie du Pennsylvania R.R., qui se trouve reproduite avec quelques modifications de détail dans la nouvelle organisation de la Compagnie de l'Erie sous le nom de New-York, Lake-Erie et Western R.R., dans celle du New-York Central and Hudson River R.R., et de plusieurs lignes de l'Ouest, notamment dans celle du Chicago and North Western, et des deux lignes du Central Pacific et de l'Union Pacific.

Sur la plupart de ces lignes, il est toutefois à constater qu'il y a

un ingénieur en chef de la voie, et souvent aussi un ingénieur en chef de la traction, les Compagnies ayant un très grand intérêt à centraliser la construction et les grosses réparations de matériel sur un seul point de leur ligne. Les chefs d'exploitation divisionnaires ont autorité néanmoins sur les agents des deux services de l'entretien et de la traction en tant que cela est nécessaire pour les besoins du service général.

Il existe d'autre part un assez grand nombre de Compagnies qui ont la même organisation qu'en Europe, c'est-à-dire où les services techniques forment trois départements complètement distincts, tels sont le Baltimore et Ohio, l'Eastern of Massachussetts, l'Illinois Central, et le Louisville et Nashville R.R.

Organisation du Baltimore and Ohio R.R. — Le réseau du Baltimore et Ohio R.R. est divisé en deux sections que sépare le cours de l'Ohio; pour la section située à l'Est, il n'y a pas, en dehors du président et des deux vice-présidents, de directeur général de l'exploitation, mais seulement trois chefs de service: l'ingénieur en chef de la voie, chargé aux termes du règlement général de la Compagnie *de mettre la voie en état d'être exploitée*; l'ingénieur en chef du matériel roulant, et le chef du mouvement et de l'exploitation commerciale, chargé de la fixation de la marche et de la composition des trains et de l'établissement des tarifs.

A ces employés supérieurs, on a adjoint ultérieurement un agent supérieur pour le service du télégraphe, un agent général pour les billets, et un chef de comptabilité chargé en même temps d'une partie du service commercial.

Organisation de la Compagnie du Louisville-Nashville R.R. — Dans la Compagnie du Louisville-Nashville R.R., jusqu'au départ de son ancien président et directeur général, M. Fink, le président faisait aussi fonction de directeur général, et il avait immédiatement sous sa direction: 1° un directeur de l'exploitation; 2° un agent général pour les marchandises; 3° un agent général pour les billets et les voyageurs; 4° un directeur de la traction; 5° un ingénieur en chef de la voie; 6° un chef du service de comptabilité et des recettes; 7° un vérificateur des dépenses; 8° un agent général pour les achats.

Il arrive souvent qu'un agent cumule deux fonctions; celles de chef de traction et d'ingénieur de la voie sont parfois réunies en

une seule personne. Le même agent peut même occuper un poste dans deux Compagnies à la fois. Il est seulement défendu aux agents d'une Compagnie de chemin de fer de participer à des entreprises de fournitures et de transports pour cette Compagnie.

Recrutement des employés. — Le personnel des employés supérieurs se recrute généralement, suivant qu'il s'agit des services, soit financiers ou commerciaux, soit techniques, parmi les employés qui ont fait toute leur carrière dans les Compagnies, ou parmi les ingénieurs sortis des écoles[1].

Il est à remarquer que les employés de chaque branche de service trouvent un excellent moyen de suppléer aux lacunes de leur instruction pratique dans des associations tenant des réunions périodiques, où sont débattues les questions qui intéressent leurs services spéciaux, et qui les tiennent au courant de tous les progrès qui s'y accomplissent. Il nous suffira de citer l'association des *Master Mechanics*, qui publie chaque année un compte rendu de ses travaux, et qui réunit la plupart des mécaniciens ; celle des *Master car builders* ou constructeurs de wagons, qui ont un journal spécial ; celle des *Ticket and passenger agents*. Ces associations, qui constituent pour les membres qui en font partie une sorte d'enseignement mutuel, contribuent puissamment à généraliser les bonnes méthodes, et à faire profiter ainsi toutes les Compagnies des améliorations qui se réalisent chez chacune d'entre elles, d'une manière plus sûre que ne pourrait le faire un système de centralisation qui ne les soumettrait pas à l'épreuve de la discussion préalable.

Employés subalternes. — Nous avons dit que le personnel inférieur pouvait toujours être congédié à volonté. Il est même stipulé qu'il n'a jamais droit à indemnité en cas d'accident, et que le salaire des employés est établi en conséquence.

---

1. L'avant-dernier président de la Compagnie du Pennsylvania R.R., M. Th. Scott, qui était en même temps président d'un très grand nombre d'autres Compagnies placées plus ou moins sous la dépendance du Pennsylvania R.R., avait commencé par être petit employé de bureau à Colombia dans la Compagnie du canal et chemin de fer de Pennsylvanie ; puis il était devenu successivement chef de bureau à Philadelphie, chef de station, chef d'exploitation, vice-président et président. Pendant la guerre de sécession, il était chef d'exploitation des chemins de fer militaires. Il a été remplacé par M. Roberts, vice-président de la Compagnie. M. Th. Scott est mort au commencement de l'année 1881.

Néanmoins, il ne manque pas dans les Compagnies d'employés subalternes qui leur sont attachés depuis de longues années. Des sociétés de secours mutuels et d'assurances viennent en outre en aide aux ouvriers devenus incapables de travailler. Certaines Compagnies ont des hôpitaux où elles soignent les blessés et les malades. La Compagnie du Central Pacific a à Sacramento un vaste hôpital où elle reçoit annuellement plus de 500 ouvriers.

Pour les mécaniciens en particulier, il existe une vaste société de secours analogue à celle des *Trade unions* anglaises, qui a joué un rôle important dans les grèves des années 1876 et 1877.

Nombre des employés. — Le personnel sédentaire dans les stations étant généralement très restreint, et les stations très espacées, comme d'autre part, ainsi que nous venons de le voir, le personnel des bureaux est très limité, et qu'il n'y a que très peu de passages à niveau gardés sur la plupart des lignes, on ne sera pas étonné si le nombre total des employés dans chaque Compagnie est notablement plus faible qu'en France.

La Compagnie du Pennsylvania R.R., l'une de celles qui a le plus fort trafic, pour le réseau de 2233 kilomètres qu'elle exploitait en 1879 dans l'État de Pennsylvanie, comptait 15 092 employés, soit 6,7 par kilomètre exploité.

Pour l'ensemble des lignes du Massachussetts, l'État qui se rapproche le plus de l'Angleterre et de la France pour les mœurs et la densité de la population, il y avait en 1878-1879 pour 4226 kilomètres exploités 19 453 employés, soit 4,6 par kilomètre.

Or, on comptait en France à la fin de 1876, pour 20 320 kilomètres, 174 000 employés, soit 8,56 par kilomètre.

Pour toutes les lignes de l'Illinois, un des États qui possède le plus grand développement de voies ferrées, il y avait en 1877, 68 244 employés pour 16 961 kilomètres, soit 4 employés par kilomètre.

Pour l'une des Compagnies les plus importantes de l'Ouest, celle de Chicago, Milwaukee et Saint-Paul, on comptait en 1878 sur un total de 2240 kilomètres exploités par cette Compagnie, 5501 employés, soit 2,51 par kilomètre; ces employés se répartissaient comme il suit :

Chefs d'exploitation généraux et divisionnaires..............	6
Employés de bureau....................................	240

Ingénieurs de la traction	6
Conducteurs de trains	170
Mécaniciens	264
Garde-freins	383
Aiguilleurs et gardes	196
Cbefs de station	139
Chefs d'équipe et ouvriers	2546
Autres employés	1451

Sur une des lignes dont le trafic en marchandises est le plus actif, celle du Lake Shore et Michigan Southern R.R., reliant les villes de Buffalo et de Chicago,dont la longueur est de 1892 kilomètres, le nombre des employés était à la même époque de 10484, soit de 5,5 par kilomètre ; il comprenait :

Chefs d'exploitation	10
Employés de bureau	678
Ingénieurs de la traction	20
Conducteurs	431
Mécaniciens	457
Garde-freins	731
Aiguilleurs et gardes	815
Chefs de station	201
Chefs d'équipe	347
Ouvriers de la voie	3302
Autres employés	1237

L'augmentation du personnel, quand on compare cette ligne à la précédente, porte surtout sur la traction et le mouvement.

Nous allons examiner maintenant plus en détail l'organisation des divers services en commençant par les services techniques.

CHAPITRE XIX

SERVICE DE L'ENTRETIEN ET DE LA SURVEILLANCE DE LA VOIE

Généralités. — La bonne organisation du service de l'entretien et de la surveillance de la voie, au point de vue de la sécurité et de l'économie de l'exploitation, offre en Amérique le même intérêt qu'en Europe; mais il est évident que le double problème qu'il a à résoudre se pose dans des conditions bien différentes. En Europe, les Compagnies ont à se préoccuper, non seulement de la sécurité des trains, mais encore de celle du public partout où il peut accéder sur la voie; en Amérique dans ce dernier cas, c'est le public lui-même qui doit veiller à sa propre sécurité, en sorte que les Compagnies n'ont plus qu'à assurer celle de leur service, et, comme il leur serait aussi difficile qu'onéreux d'y affecter un personnel sédentaire nombreux, elles cherchent à concentrer autant que possible sur les trains mêmes, ainsi que nous le verrons plus loin, les moyens d'action nécessaires pour parer aux accidents, et le personnel chargé de les mettre en œuvre.

Par contre, si la question de surveillance se simplifie, celle de l'entretien se complique, surtout dans les premières années de la mise en exploitation, de l'exécution de beaucoup de travaux accessoires rattachés chez nous au premier établissement de la voie; l'entretien rencontre en outre dans certaines particularités du climat, dans la dispersion des centres de population et le peu de ressources du pays en main-d'œuvre des difficultés spéciales. Il est le plus souvent nécessaire de recourir à un personnel ambulant qu'il faut transporter à de grandes distances sur les parties de la voie où les réparations doivent être faites, et que son caractère nomade rend en général peu apte à y apporter tout le soin qu'elles comportent.

Personnel. — Nous avons dit déjà, que sous les ordres, tantôt d'un ingénieur spécial, tantôt du chef d'exploitation divisionnaire, sont placés les chefs de section préposés à l'entretien d'une longueur de ligne, qui varie en général de 50 à 100 kilomètres. Ces chefs de section ont à leur tour sous leurs ordres des chefs d'équipe ayant chacun un canton de 8 à 10 kilomètres qu'ils doivent parcourir, soit à pied tous les jours, soit avec le wagon à bras (*hand car*) susceptible d'être mû à l'aide d'un levier très simple par les hommes qu'il porte (pl. XXVIII, fig. 20). Eux-mêmes sont tenus de parcourir leurs sections de la même manière, soit une fois par semaine, soit une fois par mois, suivant les lignes.

Les chefs d'équipe ont habituellement sous leurs ordres 4 ou 5 hommes qui, au lieu d'être échelonnés le long de la voie, logent soit dans des maisons particulières situées près des stations, soit dans des bâtiments construits tout exprès (*section houses*) (t. I, p. 480) qui se rendent ensemble successivement sur les divers points de la voie où des réparations sont nécessaires. Au moment des renouvellements de voie, ce personnel, renforcé comme en Europe, est porté à une trentaine d'hommes et peut ainsi complété effectuer la pose de 800 mètres environ de voie par jour, lorsque la distribution du matériel est convenablement faite.

Surveillance de la voie. — C'est surtout sur les ouvrages d'art, sur les hauts remblais, sur les tranchées à talus instables, et les souterrains que se concentre le service de la surveillance proprement dite.

Tous les ponts en bois d'une certaine longueur ont en général un gardien chargé d'éteindre les commencements d'incendie qui pourraient être occasionnés par des escarbilles tombant des machines, en entretenant aux deux extrémités du pont des cuves pleines d'eau, et au besoin de couvrir les deux extrémités du pont par des signaux en cas d'incendie. Nous avons vu précédemment (t. I, p. 353), qu'un service spécial de surveillance avec système de communications télégraphiques était organisé pour les incendies dans les galeries en bois (*snow-sheds*) qui protègent contre la neige la voie de l'Union et du Central Pacific R.R. à la traversée des Montagnes Rocheuses et du Nevada.

Des surveillants sont également postés sur les remblais menacés par des crues torrentielles, où une brèche ouverte par les eaux,

comme il en survient souvent sur certaines lignes (*wash out*), peut amener une interruption de la voie.

Les éboulements qui peuvent obstruer les tranchées, les dangers plus grands de collisions dans les souterrains qui sont en général à une voie, donnent aussi lieu à un service de surveillance, dont on se dispense au contraire le plus souvent aux passages à niveau, soit qu'il s'agisse de routes de terre ou de chemins de fer croisant la voie. Dans le premier cas, le poteau portant sur un écriteau l'avis de prendre garde aux machines, dans le second cas l'arrêt obligatoire imposé aux trains avant de franchir le croisement, sont considérés comme sauvegardant suffisamment la sécurité du passage. A quelques croisements de routes et de voies ferrées seulement dans l'intérieur des villes, on rencontre des gardes armés d'une drapeau (*flagmen*) qu'ils agitent pour interdire le passage, au moment où il devient dangereux.

Dans la plupart des gares et aux embranchements, le personnel des trains étant chargé de manœuvrer les aiguilles, le nombre des aiguilleurs sur chaque ligne est par cela même très restreint.

On aura une idée du peu d'importance du service de la surveillance par ce fait qu'en 1877 dans l'État d'Illinois, pour une exploitation de près de 24 000 kilomètres de chemins de fer, le personnel des gardes aiguilleurs et autres agents préposés à la surveillance de la voie ne comprenait que 2838 individus, soit un peu plus d'un pour 9 kilomètres. Ils ne formaient que 3,7 pour 100 du nombre total des employés.

Quelques Compagnies, comme celle du New-York Central et Hudson River R.R., ont organisé un service spécial de surveillance de la voie par des gardes ambulants.

Usage du téléphone. — Le Central Pacific R.R. a déjà appliqué au contrôle d'une organisation analogue l'emploi du téléphone de Bell. Sur une section de 66 kilomètres située entre Blue Cañon et Truckee, chaque garde doit en parcourant sa section annoncer son passage, au moyen d'appareils téléphoniques disposés sur divers points de la ligne, à un bureau central installé à Blue Cañon. On se sert de ce même appareil au ferry de Détroit pour régler la marche des bacs à vapeur et des remorqueurs.

Entretien des bâtiments et des ouvrages d'art. — Dans certaines

Compagnies, l'entretien des bâtiments et des ouvrages d'art forme une branche de service à part. La nécessité, démontrée par plusieurs accidents récents, de ne pas en abandonner la surveillance et l'entretien à des employés sans connaissances techniques, a déterminé plusieurs Compagnies à modifier en conséquence la composition de leur personnel d'entretien, à la tête duquel elles avaient cru d'abord pouvoir placer de simples praticiens, voire même des individus n'ayant pas plus de connaissances pratiques que techniques.

Elles ont donc créé sur leurs lignes un service spécial d'inspection des ouvrages d'art en bois et en métal; les agents de ce service sont chargés de visiter dans le plus grand détail, tous les mois ou tous les deux mois, toutes les pièces de ces ouvrages, et d'y faire exécuter d'urgence les réparations nécessaires.

L'entretien et la réparation des ponts et viaducs en bois, encore nombreux sur beaucoup de lignes et souvent d'une grande longueur, ont une importance capitale pour la sécurité de l'exploitation. Ces ouvrages étant le plus souvent dépourvus de plancher, on conçoit que les réparations sont loin d'y être faciles, et que le personnel chargé de les faire n'est que trop porté à les négliger, bien qu'il ait souvent à sa disposition un outillage très complet (grues à vapeur, forges de campagne, machines-outils) installé sur des wagons de service, que l'on peut faire stationner près des ouvrages à réparer.

Aussi la plupart des ingénieurs de la voie cherchent-ils aujourd'hui à établir sur tous les ponts d'une certaine longueur un plancher susceptible au moins de servir au passage des piétons, malgré l'inconvénient qu'il peut offrir de favoriser l'introduction de personnes étrangères au service sur la voie.

Travaux d'entretien de la voie proprement dite. — Au moment de la mise en exploitation, on s'est borné à faire en général tout juste la place de la voie, et il n'y a pas encore de balast. C'est l'entretien qui supporte habituellement les travaux complémentaires, nécessaires pour l'élargissement et l'assainissement de la voie, notamment l'ouverture des fossés et le dressement des talus à l'inclinaison définitive, auxquels s'ajoute dans beaucoup de cas l'exécution de remblais en remplacement des estacades en bois qui ont permis de devancer cette exécution. Ces terrassements se font le

plus souvent, ainsi que nous l'avons dit précédemment (t. I, p. 107), au moyen de dragues à sec installées sur des voies provisoires; les produits de l'extraction sont transportés au lieu d'emploi par des trains de service dits *construction-trains*.

Ces travaux et l'entretien d'un grand nombre d'ouvrages d'art en bois rendent l'entretien très coûteux dans les premières années de l'exploitation. Les difficultés que présente l'assainissement de la voie, aggravées par l'absence de balast, y contribuent pour une bonne part. On est d'autant moins pressé en général de balaster la voie, que la plateforme étant encore imparfaitement asséchée, et le tassement des remblais, dont il est rare qu'on ait bien tenu compte à l'avance, ne se faisant que graduellement, on serait exposé à consommer en pure perte beaucoup de balast, si l'on s'y prenait trop tôt.

Nous avons vu précédemment que beaucoup de lignes, faute de pouvoir y affecter des ressources suffisantes, étaient encore sans balast, bien que leur exploitation fût déjà ancienne, et qu'en dehors des États de l'Est où sont la plupart des lignes à grand trafic, on rencontrait jusqu'à ces dernières années peu de lignes balastées.

Il est toutefois à constater, qu'à mesure que le trafic croît sur les lignes des États de l'Ouest, la zone des lignes balastées tend à s'étendre; le balastage est considéré comme le complément presque indispensable du remplacement des rails en fer par des rails en acier, accompagné le plus souvent de celui des traverses.

Les lignes qui forment le prolongement des *Trunk lines* vers Chicago, le Lake Shore et Michigan Southern, l'Atlantic et Great Western, le Pittsburg, Fort-Wayne et Chicago, le Baltimore-Ohio et Chicago, ont dans ces dernières années, à l'occasion du renouvellement de la voie, reçu une première couche de balast, soit en gravier, soit en pierre cassée. Sur un grand nombre de lignes des Etats de Pennsylvanie et d'Ohio, on a utilisé pour le premier balastage les laitiers provenant des nombreux hauts-fourneaux établis sur les deux versants des Alleghanies. Les escarbilles (*cinders*), sont considérées avec raison comme donnant le meilleur balast; mais l'emploi en est naturellement très limité.

Les principales lignes partant de Chicago pour se diriger vers le Missouri ont également subi un commencement de balastage, soit en sable et gravier, soit en terre de la prairie consistant en sable noir mêlé de terre grasse (*loam*); mais il est encore beaucoup de

lignes de cette région où les traverses reposent tout bonnement sur le sol naturel. A la fin de 1877, on ne comptait encore dans l'Illinois sur un réseau total d'environ 24 000 kilomètres que 4351 kilomètres plus ou moins balastés, soit un peu plus du sixième.

Remplacement des traverses. — Une des principales charges de l'entretien est le remplacement des traverses, dont la durée est assez courte, surtout sur les voies non balastées, car on n'estime pas qu'en moyenne elle soit de plus de six années, sept années pour le chêne et les bois durs, de quatre à cinq ans pour les bois tendres comme le pin et le sapin. Dans l'État que nous venons de citer, on n'a pas eu à remplacer en une seule année moins de 5 millions de traverses, soit un huitième environ de la totalité. Il est d'ailleurs peu de Compagnies qui inscrivent à leur budget annuel des allocations régulières pour ce renouvellement, auquel elles pourvoient en général comme elles peuvent, suivant les besoins et les ressources du moment, et il n'est pas rare que ce renouvellement se fasse attendre bien au delà de l'époque où il devrait être considéré comme nécessaire pour la complète sécurité de l'exploitation.

Si l'on se montre généralement peu difficile pour les traverses de la première pose, approvisionnées à la hâte et posées de même, variant beaucoup, tant en longueur qu'en largeur et en épaisseur, ce n'est pas que l'on méconnaisse les inconvénients de ce défaut de sévérité. On sait fort bien que c'est un sacrifice fait pour hâter l'ouverture de la ligne, et les ingénieurs chargés du service de la voie sur les lignes à grand trafic, entrées définitivement dans la période d'entretien, ne se laissent pas guider par d'autres règles que les ingénieurs européens dans la réception de cette partie du matériel fixe; les règles sont seulement plus sujettes à fléchir avec les circonstances.

Il faut d'ailleurs reconnaître que le plus grand rapprochement des traverses peut remédier dans une certaine mesure à leurs défauts.

On apporte de même beaucoup plus de soin à la seconde pose qui est faite en régie, qu'à la première, abandonnée à un entrepreneur sur lequel le contrôle fait le plus souvent défaut.

Progrès réalisés dans l'entretien. — Pour les rails, la substitution

progressive de l'acier au fer tend à diminuer beaucoup l'importance des renouvellements. Nous avons déjà vu qu'à la fin de 1877, les voies en acier formaient un quart de la totalité des voies. Cette transformation de la voie commencée à partir de l'année 1870, n'a pas été arrêtée par la crise financière qui a sévi de 1873 à 1878, et à la fin de 1880, on comptait qu'elle s'était étendue à un chiffre total de 54 223 kilomètres, sur 186 191 kilomètres de voie posée, soit à 28 pour 100 de la longueur totale des voies.

Elle a eu pour conséquence, ainsi que nous le verrons plus loin, de diminuer notablement les frais d'entretien, par suite de la moindre fréquence des réparations. M. Huntington, dans une brochure sur l'entretien de la voie publiée en 1878, évaluant à un homme par mille (1610 mètres) le personnel nécessaire pour cet entretien pendant l'hiver sur les lignes à grand trafic dans le cas d'une voie en fer, n'estime pas à moins de 40 pour 100 la réduction du personnel d'entretien que procure le renouvellement des rails en acier.

Nouveaux profils des rails en acier. — Des progrès notables ont été accomplis dans ces dernières années, non seulement dans la fabrication des rails, mais encore dans l'appropriation de leur profil à la nature particulière du métal et à celle des efforts que les rails sont appelés à supporter.

Par suite de leur meilleure fabrication, la rupture des rails en acier, d'abord assez fréquente, est devenue beaucoup plus rare; il en est de même de l'écrasement; on est en outre parvenu à obtenir une plus grande résistance à l'usure.

D'autre part, après avoir donné tout d'abord aux rails en acier le même profil qu'aux rails en fer, et avoir essayé un très grand nombre de profils (on en comptait encore au commencement de 1881 119 dans les 11 usines à rails en acier Bessemer des États-Unis), on tend aujourd'hui à se restreindre à un petit nombre de types dont le caractère général, comme celui des types les plus récemment adoptés sur les grandes lignes européennes, est de présenter une grande accumulation de métal dans le champignon, l'âme et le patin du rail étant réduits aux dimensions indispensables pour assurer la transmission des efforts et la possibilité de la fabrication[1].

1. *Rail patterns* de M. A. L. Holley, 1881.

Les Compagnies américaines, sur les lignes à fort trafic, ont fini par poser des rails dont le poids, atteignant 36 kilogrammes par mètre courant, se rapproche beaucoup de celui des rails de nos grandes lignes françaises. Ces rails, avec une largeur de patin de $0^m,13$ égale à celle du rail du chemin de fer de Paris-Lyon-Méditerranée, et une âme d'épaisseur moindre, $0^m,0125$, au lieu de $0^m,014$, ont une moindre hauteur, $0^m,112$, au lieu de $0^m,130$; ils ont, d'autre part, un champignon de même largeur, mais de plus grande épaisseur, et un angle d'éclissage moindre que celui qu'on donne aux rails français, de 12 à 15 degrés, au lieu de 25 à 30 degrés.

En outre, la tête du rail, pour remédier au creusement produit dans les bandages des roues par la convexité qu'on lui donnait antérieurement, et accru, il faut le reconnaître, par la suppression presque complète de la conicité des bandages et parfois de celle du dévers de la voie dans les courbes, a été faite complètement plate sur la plus grande partie de sa largeur, et on a donné un certain fruit aux faces latérales du champignon en vue de diminuer l'usure des boudins.

M. O. Chanute, qui avait signalé en 1874 l'utilité de ces deux modifications, avait également conclu d'une série d'expériences qu'on ne pouvait accroître au delà de 15 degrés l'angle d'éclissage, sans s'exposer à voir se desserrer les écrous des boulons d'éclisses par suite de l'allongement de ces boulons.

En ce qui concerne la hauteur des rails en acier, outre que le moindre poids des machines et le plus grand rapprochement des traverses la rendent moins nécessaire qu'en Europe, beaucoup d'ingénieurs américains prétendent que pour mieux résister aux chocs il convient de profiter de la plus grande élasticité du métal pour conserver aux rails plus de flexibilité.

M. Dudley, qui a fait de nombreuses expériences sur la résistance et l'usure des rails en acier, est arrivé à cette conclusion qu'au point de vue même de la durée cette propriété de l'acier était celle qui devait jouer le rôle le plus important, et qu'il y avait dès lors intérêt à employer pour les rails des aciers doux, différant principalement du fer par plus d'homogénéité. Toutefois il résulte de la discussion de ses expériences, faite par la Société américaine des ingénieurs des mines[1], que l'usure par kilomètre de rail et par million de

1. Séances de la Société américaine des ingénieurs des mines tenues à Philadelphie en février 1881.

tonnes de trafic croissant très sensiblement avec la charge sur les essieux, la durée des rails en acier ne dépend pas moins essentiellement de la dureté du métal. Si donc l'on n'a pas d'ailleurs à se préoccuper pour ce métal de l'écrasement proprement dit, il est nédéssaire qu'il présente un certain degré de dureté pour résister à l'usure produite par le poids des machines et en général du matériel de transport qui croît de jour en jour.

Il est vrai que les ingénieurs de la voie cherchent à réagir contre cette tendance. M. O. Chanute, s'appuyant sur des expériences où il avait constaté que la pression par millimètre carré transmise par les roues aux rails pouvait atteindre jusqu'à 56 kilogrammes avec une charge par roue motrice de $6^t,2$, et dépassait par conséquent la limite d'élasticité du métal, a proposé de limiter cette charge à un maximum de $5^t,40$ pour les roues de locomotives de $1^m,50$ de diamètre, et de $3^t,1$ pour les roues de wagon de $0^m,84$, de manière à ne pas dépasser une pression normale de 30 kilogrammes par millimètre carré ; mais il est peu probable qu'on s'arrête à cette limite.

Calage des traverses. — Nous avons dit que la rigueur du climat de l'Amérique du Nord éprouvait d'une manière particulière les voies ferrées. L'intensité et la longue persistance des gelées rendant souvent impossible pendant plusieurs mois le bourrage des traverses inégalement soulevées par le boursouflement du sol, on y supplée pendant de longues périodes en plaçant sous les traverses des cales en bois, qui, insuffisamment assujetties, sont facilement dérangées par le passage des trains, et exposent alors les traverses comme les rails à des chocs qui, pour tous deux augmentent les chances de rupture.

Les cales que l'on omet parfois de retirer après le dégel, et auxquelles les ouvriers de la voie recourent même en été sur certaines lignes, finissent par prendre un caractère permanent au détriment du matériel fixe comme du matériel roulant.

Moyens employés pour dégager la voie en temps de neige. — Il a fallu en outre en Amérique, beaucoup plus que chez nous, se préoccuper des moyens de débarrasser la voie des encombrements de neige et de glace, de manière à rendre l'exploitation des lignes aussi régulière que possible.

Les écrans et les galeries couvertes auxquels on a eu recours sur

certaines parties de lignes, à cause des soins spéciaux que réclame leur entretien et de la gêne permanente qu'ils créent pour la circulation des trains, ne se rencontrent en général que sur les points où les amoncellements de neige présentent un caractère exceptionnel de fréquence et d'importance; le plus souvent, c'est à l'aide de moyens mécaniques qu'on s'en débarrasse, et la difficulté de dégager la voie est, comme on le sait, d'autant plus grande que le mouvement est moins actif.

Chasse-neige. — Les appareils employés consistent dans des chasse-neige poussés en avant des trains par une ou plusieurs locomotives. Ces engins, en raison des masses de neige plus considérables à enlever, ont en général des dimensions plus fortes en Amérique qu'en Europe; on trouve moyen de loger dans leur intérieur un magasin pour les outils dont le personnel peut avoir à se servir, en même temps qu'un abri pour ce personnel.

La planche XXIII, fig. 1 à 5, reproduit les dispositions d'un chasse-neige employé par la Compagnie du Central Pacific, qui en possède un très grand nombre.

Les surfaces gauches formant versoirs qui en constituent la partie antérieure sont établies de manière à empêcher qu'il ne soit soulevé en pénétrant dans la masse de neige. L'arête inférieure du tranchant de l'appareil descend jusqu'à la surface des rails pour la bien nettoyer, lorsqu'il fonctionne; ce tranchant étant susceptible de tourner autour d'une charnière peut être relevé, lorsqu'il ne fonctionne pas.

L'emploi de cet appareil ne permet pas toutefois d'enlever la couche de glace adhérente aux rails, qui paralyse la puissance de traction des machines beaucoup plus qu'une faible couche de neige.

Tranche-glace. — On se sert souvent pour cela de socs de charrue, attachés au chasse-pierres placé en avant de chaque locomotive, et pressés par leur propre poids ou par des ressorts.

Le Central Pacific R.R. emploie pour le même objet des wagons plats munis de socs avec versoirs logés entre les deux trucks, ainsi que l'indiquent les figures 6, 7 et 8 de la planche XXIII.

Une potence surmontant l'appareil destiné à trancher la glace (*ice flanger*) permet au mécanicien, en tirant sur une corde de commande, de l'appuyer plus ou moins sur les rails.

Les chasse-neige les plus puissants ne parviennent pas à dégager la voie, lorsqu'elle est couverte d'une couche de neige trop épaisse ou convertie en une masse compacte par des gelées et des dégels successifs. Il faut en pareil cas avoir recours à la pioche.

Dans les États où l'on extrait le pétrole, on a quelquefois frayé au-dessus des rails, dans la masse congelée, des rigoles où l'on a versé de ce liquide. En enflammant le pétrole, on a obtenu un certain approfondissement de ces rigoles qui a facilité l'enlèvement de la neige ou de la glace ainsi isolée.

Mentionnons en terminant, à titre de curiosité, un nouveau système de chasse-neige dit *pneumatic snow plow*, proposé par M. Stock de Toledo (Ohio), dont l'emploi aurait pour effet de projeter la neige à de grandes distances de part et d'autre de la voie au moyen d'un puissant ventilateur[1]. La neige serait aspirée au moyen d'une conduite débouchant en avant et présentant une largeur de $5^m,20$ au niveau des rails, puis entraînée dans une trompe mobile autour d'un axe vertical qui permettrait d'en diriger la projection au dehors.

Cet appareil, s'il était reconnu efficace, aurait l'avantage de supprimer les inconvénients, voire même les dangers, que présente l'emploi des chasse-neige ordinaires poussés par plusieurs locomotives.

---

1. *American Engineer* du 7 janvier 1882.

CHAPITRE XX

SERVICE DE LA TRACTION

Généralités. — Nous avons vu au chapitre XVIII de quelle manière le service de la traction est rattaché à l'organisation générale dans les compagnies de chemins de fer. Dès qu'une ligne est ouverte, ce service devient sans contredit le plus important de tous, celui où les compagnies s'efforcent le plus de faire appel au zèle et à l'intelligence de leur personnel pour obtenir des améliorations et des économies. Si en effet des limites plus ou moins étroites sont imposées par l'importance du trafic à l'utilisation de la voie et du matériel fixe, il n'en est pas de même pour le matériel roulant dont on peut, pour un trafic donné, tirer plus ou moins bien parti, ce qui est surtout vrai pour les machines qui en constituent l'élément le plus dispendieux.

Nulle part, plus qu'en Amérique, on ne se montre persuadé de ce principe que ce matériel ne produit qu'autant qu'il roule, ni disposé à en poursuivre aussi loin que possible l'application.

Il suffit de jeter les yeux sur les comptes rendus annuellement distribués aux actionnaires des compagnies de chemins de fer, pour juger du soin que mettent les compagnies à faire connaître au public les résultats économiques obtenus dans les diverses branches de service, et en particulier dans le service de la traction. Les extraits souvent très étendus qu'elles donnent des rapports du chef de ce service, et qui permettent à la fois aux actionnaires de juger des efforts qu'elles font pour accroître par des économies leurs bénéfices, et aux diverses administrations de chemins de fer de se mettre au courant de ce qui se fait chez chacune d'entre elles, ne font que résumer d'autres publications mensuelles destinées plus particulièrement à mettre sous les yeux de leur personnel, dans le plus grand détail, tous les renseignements statistiques relatifs à la

marche et à l'entretien des machines. Ces publications, qui donnent pour chaque machine les noms du mécanicien et du chauffeur, servent à la fois à exciter l'émulation de tous ces agents et à établir le montant des primes à leur allouer[1].

Ce qui frappe tout d'abord dans l'examen de ces documents statistiques, c'est le petit nombre de locomotives, eu égard à l'importance du trafic, et leur grand parcours annuel. Leur utilisation, plus complète qu'en Europe, offre d'ailleurs cela de remarquable, qu'elle n'entraîne pas une augmentation des dépenses de réparation et d'entretien, ce qui s'explique à la fois par le système de construction plus solide et plus uniforme employé pour les machines et par leur moindre vitesse de marche.

Ce fait ressort des résumés que nous donnons ci-après de divers rapports sur le travail (*performance*) des locomotives.

Statistique de la traction sur divers réseaux. — On a condensé dans le premier tableau qui suit un des tableaux affichés mensuellement dans les divers bureaux du service de la traction sur le chemin de fer de Louisville-Nashville, qui fournissent pour chaque locomotive, par division du réseau, tous les renseignements que nous avons réunis ici pour l'ensemble du réseau et des machines.

Ces résultats que nous donnons pour le mois de mai 1881 s'écartent peu de la moyenne relevée pour tout l'exercice 1880-1881 pendant lequel le nombre de locomotives en service a été de 311. Le parcours total de ces locomotives a été de 14 025 175 kilomètres, ce qui fait ressortir un parcours annuel moyen de 45 097 kilomètres par locomotive. Les frais d'entretien et de réparation, y compris la construction complète de trois locomotives, se sont élevés en moyenne par kilomètre de parcours à 14,9 centimes dans le même exercice.

Un second tableau contient, sur l'exploitation en 1880-1881 des trois divisions du Pennsylvania R.R., des indications analogues mettant en lumière la grande influence qu'exerce, sous une bonne administration, l'importance du trafic sur les conditions économiques de la traction :

---

1. L'association des *Master mechanics* citée plus haut publie mensuellement dans la *Railroad Gazette* des tableaux statistiques analogues, embrassant de 60 à 80 lignes de chemins de fer.

LOUISVILLE-NASHVILLE R.R.

SERVICE DE LA TRACTION ET DE L'ENTRETIEN DES LOCOMOTIVES. — MAI 1881.

LONGUEUR DES LIGNES EXPLOITÉES = 3013,45 KILOMÈTRES.

DÉSIGNATIONS.	SERVICE FAIT PAR LES LOCOMOTIVES: TRAINS DE VOYAGEURS.	TRAINS DE MARCHANDISES.	TRAINS MIXTES.	MOUVEMENTS DE GARES.	RÉGIE.	SOMMES ET MOYENNES GÉNÉRALES.	OBSERVATIONS.
Nombre de locomotives utilisées dans le service de l'exploitation........	60	167		—	—	227	1. Il y eu 25,14 °/o de wagons à marchandises vides. On compte 5 wagons vides pour 3 wagons chargés.
Parcours moyen par locomotive, en kilomètres.........	5563	3309		—	—	3904	2. Le charbon est compté en moyenne à $12^{f},21$ par tonne.
Nombre de voitures ou wagons chargés par train.........	4,47	13,85 [1]	—	—	—	—	3. La consommation des trains mixtes est reportée par moitié sur les trains de voyageurs et les trains de marchandises.
Poids moyen des trains, y compris la locomotive, tonnes	155,71	256,18	—	—	—	—	
Consommation de charbon [2] en kilogrammes par kilomètre et par...... Locomotive..	14,78	24,66	17,75	9,18 [4]	14,06	18,03	4 On compte 6 milles soit $9^{h},66$ pour chaque heure de service de gare.
Consommation de charbon en kilogrammes par kilomètre et par...... Wagon [3].	3,55	1,87	—	—	—	—	5. L'huile coûte en moyenne $0^{f},44$ le litre.
Consommat. d'huile par 100 kil. et par locomotive. Litres [5]	2,10	2,52	2,52	1,61	1,95	2,20	
	DÉPENSES EN CENTIMES.						
Dépenses pour traction et entretien des locomotives par kilomètre de parcours de locomotive. Solde du mécanicien et du chauffeur	14,28	19,78	18,22	14,99	25,35	17,54	Le parcours total des trains en mai 1881 a été de 1,171,858 kilom. dont 113,301 kilom. ont été faits avec chauffage au bois.
Nettoyage et surveillance.	2,61	2,43	2,02	—	3,48	2,05	Le stère de bois est compté en moyenne à $2^{f},85$.
Service des dépôts de locomotives ..	2,74	2,77	3,11	2,92	—	2,64	
Huile et coton	1,06	1,21	1,24	0,78	0,93	1,06	
Eau.........	1,43	1,90	1,18	0,84	2,18	1,56	
Combustible.	18,50	24,35	20,03	9,36	16,48	19,25	
Totaux des frais de traction.......	40,62	52,44	46,40	28,89	48,42	44,10	
Frais de réparation des locomotives ..	13,44	19,78	7.65	8,43	12,44	15,02	
Totaux des frais de traction et d'entretien des locomotives.	54,06	72,22	54,05	37,32	0,866	59,12	
Prix moyen par wagon et par kilomètre de la traction et de l'entretien des locomotives......	10,11	4,73	—	—	—	—	

PENNSYLVANIA RAIL ROAD

SERVICE DE LA TRACTION ET DE L'ENTRETIEN DES LOCOMOTIVES EN 1880.

DESIGNATIONS.	DÉSIGNATION DES DIVISIONS. PENNSYLVANIA CENTRAL.	DÉSIGNATION DES DIVISIONS. UNITED R.R. OF NEW-JERSEY	DÉSIGNATION DES DIVISIONS. PHILADELPHIA-ERIE.	ENSEMBLE des TROIS DIVISIONS.
	kil.	kil.	kil.	kil.
Longueur exploitée........	1803	647,3	462,9	2913,5
Nombre de locomotives [1].....	627	251	117	995
(a) Nombre de wagons de voyageurs...	485	413	45	943
(a) Nombre de wagons de marchandises.	12,872 } 14,607	3712 } 4672	3035 } 3386	19,619 } 22,665
(a) Nombre de wagons de service......	1250	547	306	2103
Nombre de kilomètres parcourus en 1880 :				
Locomotives.............	27,758,013	9,890,993	4,202,737	41,851,743
Voitures à voyageurs......	30,578,038	18,956,858	2,889,063	52,423,959
Wagons de marchandises..	486,725,020	90,407,784	110,902,988	688,035,792
Parcours moyen annuel en kilomètres :				
Par locomotive [2]..........	44,271	39,560	35,920	42,062
Par voiture à voyageurs....	63,047	45 900	64,200	55,592
Par wag. de marchandises.	33,337	24,355	36,541	35,070
Nombre de wagons composant un train :				
Voyageurs..............	5,27	4,26	4,50	4,44
Marchandises	24,20	20,0	32,30	24,5
Charbon brûlé par kilomètre de parcours :				
Par locomotive..........	21^{k},8	16^{k},0	28^{k},5	21^{k},1
Par voiture à voyageurs..	2^{k},47	3^{k},44	2^{k},93	2^{k},87
Par wagon de marchandises.	1^{k},10	1^{k},81	1^{k},13	1^{k},01
Prix moyen kilométrique de la traction et de l'entretien :	centimes.	centimes.	centimes.	centimes.
Par locomotive..........	72,5	132,0	83,0	87,0
Par voiture à voyageurs...	20,6	29,7	22,5	24,0
Par wagon de marchandises.	4,7	11,1	3,8	5,5

(a) Ce matériel se décompose ainsi qu'il suit :

Voitures à voyageurs :				
Voitures de 1re classe.....	252	333	30	615
» pour immigrants.	107	38	—	145
» pour bagages.....	48 } 485	23 } 413	8 } 45	79 } 943
» pour messagerie..	59	12	7	78
» pour service postal.	19	7	—	26
Wagons de marchandises :				
Wagons couverts....	3060	859	1000	4919
» pour bétail..........	1827	97	29	1953
» ouverts (gondola-cars).	5536	675	1941	8152
» à charbon.. à 8 roues.	886 } 12,617	849 } 3635	— } 2970	1735 } 19,222
» à charbon.. à 4 roues.	—	1155	—	1155
» à pétrole (à réservoir).	1308	—	—	1308
Wagons de service :				
pour le personnel à 8 roues.	1	9	21	31
pour le personnel à 4 roues.	254 } 1505	68 } 624	44 } 371	366 } 2500
pour l'entretien de la voie.	1250	547	306	2103

1. Les ateliers de la compagnie ont fourni en 1880 85 nouvelles locomotives.
2. Parcours maximum de 112,700 kilomètres fourni par la locomotive n° 275.

La faible consommation de charbon par voiture de voyageurs et par kilomètre de parcours sur la division du Pennsylvania Central R.R. est d'autant plus remarquable, que cette division comprend le passage des monts Alleghanies, où l'inclinaison des rampes s'élève jusqu'à $0^m,018$ (t. I, p. 45).

La consommation également faible de charbon par wagon de marchandises et par kilomètre de parcours sur l'ensemble des divisions du même réseau est due en partie au nombre considérable de wagons vides compris sans réduction dans le dénombrement des wagons composant un train. Les wagons vides entrent pour environ 30 pour cent dans le nombre total de wagons de marchandises remorqués.

La *Pennsylvania Company* qui est une succursale de la précédente et qui exploite, entre autres lignes, le chemin de fer de Pittsburg, Fort-Wayne et Chicago, accuse pour cette ligne de 450 kilomètres de longueur les résultats suivants pour l'exercice 1879 :

Nombre de locomotives en service............. ...	123	
Parcours moyens mensuels des locomotives :		
Trains de voyageurs............................	100,403	kilom.
Trains de marchandises........	317,018	»
Mouvements de gare	103,658	»
Régie.. .	30,116	»
Total des parcours par mois.	551,196	»
Soit un parcours moyen mensuel par locomotive de.	4481	»
Le nombre moyen de wagons par train était :		
Dans les trains de voyageurs............	6,5	
» » de marchandises....	22,7	
Sur les wagons à marchandises il y avait.......... de wagons vides, dont 5 sont comptés pour 3 wagons chargés.	22,6 %	
La consommation de charbon par kilomètre de train a été en moyenne de............................	$16^k,89$	
Les frais de traction par kilomètre de train ont été en moyenne pendant l'année 1879 :		
Mécanicien, chauffeur et nettoyeur.....	$18^c,26$	
Huile et coton.....................	1,09	
Combustible.......	12,66	
Service de l'alimentation, des dépôts, etc......	5,91	
Total des frais de traction par train-kilomètre.	37,92	
Frais de réparation des locomotives..........	11,91	
Total des frais de traction et de réparation des locomotives, par train-kilomètre....................	cent. 49,83	

Les dépenses, moindres sur la ligne de Pittsburg, Fort-Wayne et Chicago que sur celle de Louisville-Nashville, tiennent, non seulement à ce que les lignes de la division ouest de la *Pennsylvania Company* ne présentent que de très faibles pentes, et à ce que le charbon de

Pennsylvanie est d'un prix moindre que celui dont on se sert sur le Louisville-Nashville R.R., mais aussi à ce que le mouvement est bien plus considérable sur la première ligne que sur la seconde. Le nombre de trains parcourant en moyenne chaque kilomètre de la ligne en 1879 a été, en effet, sur la division ouest de la *Pennsylvania C^y*, de 14,640, tandis qu'en l'année 1881 sur le Louisville-Nashville R.R. il n'était que de 4560. En comptant vingt-cinq jours de mouvement par mois[1], cela fait 48, 8 trains par jour dans l'un, et seulement 15, 2 trains par jour dans l'autre cas.

L'*Atlantic and Great Western R.R.*, dont la longueur exploitée en 1878 atteignait 824^k et dont le mouvement total en 1878 était de 8,805,349 trains-kilomètres, sur lesquels environ un cinquième revenait aux trains de voyageurs et presque autant aux mouvements de gare, tient, au point de vue du rapport entre la longueur exploitée et le parcours des trains, à peu près le milieu entre les deux chemins de fer précités. Le nombre de trains par mois et par kilomètre de ligne est en effet de 888 en moyenne, soit, en admettant encore 25 jours de service par mois, de 35, 5 trains par jour.

Les 185 locomotives de cette ligne ont fait en moyenne par mois 3966 kilomètres. Les trains de voyageurs se composaient en moyenne de 4,6 voitures, ceux de marchandises, de 16,2 wagons. Le charbon et le bois brûlés équivalaient à 6, 28 kilogrammes de charbon par kilomètre de train. Le prix du charbon était compté en moyenne à 8 fr. 90 par tonne, celui du bois à environ 3 fr. 90 par stère.

Les frais de traction et d'entretien des locomotives s'établissaient comme il suit par kilomètre de train :

Solde du mécanicien et du chauffeur	15^c,99
Nettoyage, surveillance et divers	3^c,95
Huile, suif et coton	0^c,96
Combustible	15^c,27
Total des frais de traction	36^c,17
Frais d'entretien par kilomètre	12^c,41
Total général	48^c,58

Enfin pour le *New-York, Lake-Erie et Western R.R.*, le tableau suivant donne le travail fourni par les locomotives et la consommation de combustible pour une période de six mois :

1. Sauf pour les trains à voyageurs de transit, la circulation est généralement interrompue les dimanches.

NEW-YORK, LAKE-ERIE ET WESTERN RAIL ROAD

PARCOURS DES LOCOMOTIVES ET DES WAGONS, COMPOSITION DES TRAINS ET CONSOMMATION DE CHARBON DE NOVEMBRE 1878 A MAI 1879.

DÉSIGNATION DES MOIS.	NOMBRE DE LOCOMOTIVES.	NOMBRE DE KILOMÈTRES PARCOURUS PAR LES LOCOMOTIVES.	PARCOURS MOYEN MENSUEL PAR LOCOMOTIVE en kilomètres.	NOMBRE MOYEN DE WAGONS par train.	CHARBON BRULÉ PAR KILOMÈTRE DE PARCOURS DE : LOCOMOTIVE (en kilogrammes)	CHARBON BRULÉ PAR KILOMÈTRE DE PARCOURS DE : WAGON (en kilogrammes)	OBSERVATIONS.
SERVICE DES VOYAGEURS							1. Ces moyennes ne sont qu'approximatives. Elles ne sont pas établies proportionnellement aux parcours.
Novembre 1878	90	378,899	4210	7,80	13,51	1,73	
Décembre »	90	383,502	4261	7,22	14,37	1,99	
Janvier 1879	84	382,700	4556	6,80	15,98	2,35	
Février »	88	363,298	4128	7,22	16,36	2,27	
Mars »	83	388,697	4683	7,48	14,55	1,94	
Avril »	83	365,384	4402	7,74	13,87	1,79	
Moyennes[1] et sommes des 6 mois	86,33	2,262,480	4368	7,33	14,77	2,01	
SERVICE DES MARCHANDISES							
Novembre 1878	217	817,241	3766	25,04	26,41	1,05	
Décembre »	231	851,576	3686	22,35	26,89	1,20	
Janvier 1879	254	925,880	3645	19,68	30,38	1,54	
Février »	253	982,063	3881	22,16	31,80	1,43	
Mars »	237	1,075,903	4540	24,11	28,36	1,18	
Avril »	231	1,043,435	4517	25,60	27,57	1,08	
Moyennes[1] et sommes des 6 mois	237,16	5,696,098	4063	24,82	28,63	1,25	

Les exemples que nous venons de citer montrent suffisamment les faibles écarts que présentent les frais de traction sur les principales lignes de chemins de fer, et ils mettent aussi en évidence l'influence qu'exercent sur ces résultats les conditions locales, au nombre desquelles le profil du chemin de fer joue un rôle important, sans toutefois primer l'influence de l'activité et de la nature du trafic, ainsi que celle du prix du combustible.

Les écarts ne deviennent un peu considérables que sur certaines lignes exceptionnelles, comme le *Central Pacific Rail Road*, par exemple. L'exploitation de cette ligne présente un intérêt particulier aussi bien en raison des conditions plus difficiles que rencontre la traction, à cause des fortes déclivités et de l'encombrement fréquent des voies par la neige, que par suite de l'emploi très étendu que l'on y fait encore du bois comme combustible.

C'est le pin et le sapin que l'on emploie le plus généralement, et le stère de bois de ces essences y revient déjà en moyenne au prix très élevé de 6 fr. 90. Le charbon n'y coûte pas moins de 39 fr. la tonne. On compte sept stères de bois comme équivalents à une tonne de charbon. Sur les divisions de Sacramento et d'Oregon, le bois est exclusivement employé, tandis que sur les divisions de Truckee, Humboldt et Saltlake-City, on brûle du bois et du charbon. La consommation de bois par kilomètre de parcours était en moyenne de $0^{st},0785$ dans la division de Sacramento et de $0^{st},0450$ dans celle d'Oregon en 1880, pendant que celle du charbon variait de 14 à 18^{k} dans les trois autres divisions.

Le tableau suivant résume les frais de traction et d'entretien des locomotives pendant le mois de mars 1880 dans les cinq divisions citées :

DÉSIGNATION.		DIVISION DE SACRAMENTO. — $191^{k},6$.	DIVISION D'OREGON. — $243^{k},1$.	DIVISION DE TRUCKEE. — $330^{k},1$.	DIVISION DE HUMBOLDT. — 322^{k}.	DIVISION DE SALT-LAKE-CITY. — $352^{k},6$.
Nombre de locomotives		42	7	31	22	29
Parcours totaux en kilomètres		146,964	34,335	99,436	83,527	126,596
Dépenses par kilomètre de parcours en centimes	Combustible	54,17	31,07	51,48	48,11	63,63
	Matières diverses	1,18	0,90	1,27	1,12	1,52
	Personnel	24,14	24,14	24,14	24.14	24,14
	Totaux pour la traction	79,49	56,11	76,89	73,37	89,29
	Entretien	10,69	13,84	26,12	31,88	13.65
Totaux par locomotive et par kilomètre pour traction et entretien.		$90^{c},18$	$69^{c},95$	$103^{c},01$	$105^{c},25$	$102^{c},94$

Les frais considérables de combustible s'expliquent, ainsi qu'il a été dit ci-dessus, par le prix très élevé du bois et du charbon.

L'entretien se trouve de plus grevé de frais très élevés dans les divisions de Truckee et de Humboldt qui correspondent aux plus fortes rampes en même temps qu'aux régions les plus exposées aux intempéries, et qui sont par suite celles où l'état de la voie laisse le plus à désirer.

Il est à remarquer que sur le chemin de fer du Central Pacific les locomotives restent toujours confiées au même mécanicien et au même chauffeur, qui ont à parcourir chaque fois une section de plus de 100 kilomètres ; ce qui n'a pas empêché d'atteindre dans la division d'Oregon un parcours moyen de 4905 kilomètres par locomotive dans le mois de mars 1880.

Parmi les locomotives employées à l'exploitation de cette division, il en est qui ont fait dans ce mois jusqu'à 8485 kilomètres avec des trains de voyageurs, et d'autres, jusqu'à 5825 kilomètres avec des trains de marchandises.

Dans la division de Sacramento, sur les 42 locomotives, 5 étaient utilisées pendant une grande partie de ce même mois de mars au service des chasse-neige.

Les rampes très raides et les conditions climatériques défavorables nécessitent de plus souvent l'emploi de machines de renfort, que l'on n'applique pas en queue, mais toujours en tête.

Diminution des frais de traction et d'entretien des machines. — La comparaison que nous allons faire maintenant des résultats obtenus dans plusieurs exercices consécutifs sur une même ligne permettra de juger d'autre part des progrès faits sous le rapport de l'économie dans ces dernières années.

Le chemin de fer de Lake Shore et Michigan Southern, une des lignes les mieux exploitées, avait en 1878 et 1879 le même nombre de locomotives, c'est-à-dire 495 locomotives en service. Le parcours moyen mensuel des locomotives a été porté de 3776 kilomètres à 4217 de l'année 1878 à l'année 1879, par suite de l'augmentation du trafic porté de 18 691 086 à 20 875 703 trains-kilomètres en 1879, soit une augmentation de 11,68 pour 100.

Dans le même intervalle, les frais de traction et d'entretien ont subi les modifications suivantes :

DÉSIGNATION DES MACHINES.	PRIX DE REVIENT DE LA TRACTION ET DE L'ENTRETIEN DES LOCOMOTIVES PAR KILOMÈTRE DE TRAIN EN CENTIMES	
	1878.	1879.
Voyageurs	57,29	55,27
Marchandises	65,28	63,54
Régie	49,67	49,17
Mouvement des gares	41,30	40,06
Moyennes générales	58,03	56,48

La diminution des frais de traction et de réparation des locomotives par kilomètre de train a donc été de 2,67 pour 100.

Le Missouri, Kansas et Texas R.R., qui en 1878 exploitait 1301 kilomètres avec 58 locomotives en moyenne affectées au service de l'exploitation, et qui en 1879 faisait ce service sur 1299 kilomètres avec 64 machines, a pu abaisser les dépenses pour combustible par kilomètre de train de 16c,39 à 15c,30, ce qui lui a permis de réduire, malgré l'augmentation de la solde du personnel, les frais de traction et d'entretien de locomotives par kilomètre de train, de 55c,14 à 53c,83, soit de 2,37 pour 100.

En dehors des 58 et 64 locomotives employées en 1878 et 1879 à la traction des trains de voyageurs et de marchandises, il y avait, en 1878, 21,69, en 1879, 15,66 locomotives affectées au service des trains de régie et des mouvements de gare.

La diminution des frais de traction et d'entretien des locomotives sur ce réseau peut être d'autant mieux citée comme preuve des efforts faits pour réduire les dépenses de traction, que le mouvement total a décru de 1878 à 1879, ainsi que le montrent les chiffres suivants :

DÉSIGNATION.	1878.	1879.
Nombre de kilomètres de train de toute nature	4,749,783	4,685,879
Nombre de kilomètres parcourus par chaque locomotive du service de l'exploitation[1] en moyenne par mois	5,244	4,838
Nombre moyen de voitures par train de voyageurs	4,9	4,7
Nombre moyen de wagons par train de marchandises	15,7	16,4

1. Le chemin de fer de Missouri-Kansas-Texas, ainsi que la plupart des chemins de fer, distingue les locomotives affectées au service des trains payants de celles employées aux mouvements de gare et aux trains de régie. Les trains faisant le service de l'exploitation qui rapporte, sont désignés par le nom de « *revenue trains* ». Les parcours moyens des locomotives ne sont établis que pour les locomotives de cette catégorie de trains.

Consommation des locomotives américaines et françaises. — S'il est intéressant de connaître la consommation du combustible par unité de travail, et le prix de revient de la traction et de l'entretien des locomotives, il n'est pas moins important de savoir quels sont les moyens employés pour ramener les consommations de combustible et les frais de toute nature à leur minimum.

En ce qui concerne le combustible, il faut reconnaître tout d'abord que le mode de construction particulier aux locomotives américaines n'est pas fait pour en réduire la consommation au même degré que dans les machines européennes. Si la grande surface de grille permet d'obtenir instantanément une grande quantité de calorique, la faible longueur donnée aux tubes est aussi peu propre à assurer l'utilisation complète de ce calorique, que l'usage très restreint de la détente dans les cylindres, à tirer de la vapeur le plus grand travail utile. Aussi ne faut-il pas s'étonner si, tandis que l'on ne compte guère en France qu'une moyenne de 10 kilogrammes de houille consommée par kilomètre de parcours pour les locomotives[1], ce n'est que tout à fait exceptionnellement que la consommation s'abaisse à ce chiffre pour les locomotives américaines. Sur le réseau de la grande Compagnie du Pennsylvania R.R., elle est encore en moyenne de 16 kilogrammes de houille.

On s'explique d'ailleurs que, le combustible de bonne qualité étant à bas prix sur beaucoup de lignes, on ait été peu porté à le ménager, et que ce soit seulement sur quelques lignes de Californie, où il coûte jusqu'à 60 francs la tonne, que la préoccupation de l'économie en ait ramené la consommation dans des limites voisines de celles où elle se renferme pour les lignes françaises.

Toutefois il est à constater que la même préoccupation commence à se manifester dans beaucoup de compagnies, où des systèmes de primes ont été institués en vue de favoriser la réduction des consommations de toute nature, et en particulier du combustible.

Organisation des équipes. — Le service continu et le maintien en feu des locomotives pendant tout le temps que comporte la nature de l'eau, c'est-à-dire l'usage général de ne laisser s'éteindre le feu dans une locomotive que lorsque les dépôts produits par l'eau

1. La consommation de houille par locomotive et par kilomètre parcouru, d'après les relevés statistiques publiés par le Ministère des travaux publics de France pour 1876 a varié entre $8^k,8$ (Compagnie de l'Ouest) et $12^k,0$ (Compagnie du Nord).

d'alimentation exigent un nettoyage complet, où lorsque quelque réparation importante doit être exécutée, permet, ainsi qu'il est facile de le comprendre, une meilleure utilisation du combustible et de la machine. Cet usage est du reste adopté, aussi bien sur les lignes où il n'y a qu'une équipe (*single crew*) par locomotive, que sur celles plus nombreuses, qui, pour mieux tirer parti de leurs machines, affectent deux équipes au service de chaque locomotive.

Quel que soit le système adopté pour la conduite des machines, c'est-à-dire que ce soit toujours le même mécanicien et le même chauffeur qui montent la locomotive, ou que les équipes s'y relayent, jamais le service du nettoyage et de l'allumage des machines ne leur incombe. Dès que la locomotive entre au dépôt, le personnel qui la monte la quitte et en remet le soin à un personnel spécial. C'est une organisation qui rappelle celle des grandes écuries où le cocher jette les rênes aux palefreniers dès qu'il rentre, pour ne les reprendre au départ que lorsque la voiture est complètement attelée.

Ce système de division du travail, imposé, lorsque le même personnel doit repartir avec la locomotive, par la nécessité de lui laisser un temps de repos suffisant sans prolonger pour cela les arrêts, présente, lors même qu'on alterne les équipes, l'avantage de laisser le soin de la visite et du nettoyage à un personnel tout spécial et par là même plus exercé.

La nature des fonctions du mécanicien, relevées par la grande responsabilité qui lui est dévolue, s'opposerait du reste à ce qu'on exigeât de lui un service qui est surtout l'affaire des hommes du dépôt.

Entretien des locomotives.

Quant à l'entretien des locomotives, il se ressent avantageusement du maintien en feu pendant le plus long temps possible. Il est bien certain que les variations de tension et de température soumettent tous les joints de la chaudière, et en particulier les joints des tubes dans les plaques tubulaires, à d'autant moins de fatigue, que ces variations sont moins fréquentes et moins grandes.

Si l'on considère d'autre part le mécanisme des locomotives, ce qui le fatigue le plus, ce sont les chocs. Or, les secousses et les chocs sont d'autant plus forts, que la vitesse de marche, toutes circonstances égales d'ailleurs, est plus considérable.

La vitesse de marche des trains, généralement inférieure, sur les

lignes américaines, à celle qui est admise sur nos chemins de fer, où le nombre de trains de voyageurs est beaucoup plus considérable que sur ces lignes, a certainement pour effet d'y atténuer pour les machines l'influence de cette cause d'avaries[1]. Mais, à égalité de vitesse, il faut reconnaître que la suspension plus soignée et l'équilibrement mieux assuré des masses contribuent aussi largement à cette atténuation. Si l'on ajoute que l'on attache un soin tout particulier au choix des matières employées dans la construction, et que l'on n'hésite pas à donner de fortes dimensions à tous les éléments fixes du mécanisme, on s'explique que les réparations doivent être moins importantes et moins fréquentes pour ces machines que pour les nôtres.

Vient ensuite la question de la durée des réparations, qui a son importance au point de vue de l'utilisation des machines. C'est là que se fait sentir le grand avantage de l'uniformité du matériel dans chaque service et d'un mode de construction qui met tous les organes en évidence. Le remplacement immédiat d'un élément quelconque du mécanisme est assuré par l'approvisionnement aux ateliers d'un nombre suffisant d'éléments semblables, et maintes fois l'échange d'un élément endommagé peut se faire sans éteindre le feu, et sans que le séjour de la machine à l'atelier ou à la remise dépasse une heure.

Dans la plupart des compagnies, l'échangeabilité des pièces qui entrent dans la composition des machines est érigée en principe par les ingénieurs chargés de leur construction. Dans la compagnie du Pennsylvania R.R. par exemple, dont les mille locomotives environ sont construites suivant 10 types distincts comprenant chacun environ 150 pièces de fonte, il y en a seulement 84 différentes.

Pour les pièces forgées, les variétés sont également très restreintes. Le nombre des pièces forgées dans chaque machine est de 245, et, à peu d'exceptions près, elles sont identiques pour les quatre premiers types; c'est dans le type « Consolidation » qu'elles varient le plus.

Les divers avantages que nous venons de signaler se traduisent à la fois par une réduction des frais d'entretien et par une augmen-

1. La proportion des trains de voyageurs par rapport à l'ensemble de tous les trains est en moyenne :

Aux États-Unis	de 26 pour 100.
En Angleterre	de 43 »
En France	de 35 »

tation du parcours des locomotives, qui place l'exploitation américaine au premier rang pour l'utilisation du matériel.

Il va de soi que l'état de la voie et la proportion dans laquelle les machines nouvelles viennent s'ajouter à celles en service depuis un certain nombre d'années peuvent influer sensiblement sur les frais de réparation. Nous avons vu que néanmoins les écarts des frais moyens d'entretien des locomotives étaient assez faibles.

Le tableau suivant, où l'on retrouve une partie des chiffres déjà cités et des chiffres analogues pour d'autres lignes de chemins de fer non encore mentionnées, fait ressortir ce fait.

DÉSIGNATION DU CHEMIN DE FER.	EXERCICE auquel se rapportent LES CHIFFRES.	FRAIS D'ENTRETIEN DES LOCOMOTIVES PAR KILOMÈTRE DE PARCOURS en centimes.		
		SERVICE des voyageurs.	SERVICE des marchandises.	MOYENNE de tous les services[1].
Lake Shore et Michigan Southern........	1878	13,84	14,37	12,97
» » »	1879	12,47	12,50	11,54
Atlantic et Great Western	1878	—	—	12,41
Pittsburg, Fort-Wayne et Chicago.......	1879	—	—	11,91
Kansas-City, Lawrence et Southern......	1879	—	—	14,62
Louisville-Nashville....................	1881 (mai)	13,44	19,79	15,02
Missouri, Kansas et Texas...............	1878	15,18	16,51	14,65
» » »	1879	12,63	16,14	14,31
New-York Central et Hudson River.......	1877	—	—	8,18

1. La moyenne des frais d'entretien des locomotives de tous les services comprend, en dehors de ceux des voyageurs et des marchandises, ceux des trains de régie et les mouvements de gare. Ce sont surtout ces derniers qui font sensiblement baisser la moyenne.

Les chiffres donnés ci-dessus étant des moyennes, il est évident que pour certaines locomotives les frais d'entretien par kilomètre de parcours sont moindres. Nous croyons à propos de citer quelques cas particuliers qui montrent combien les frais d'entretien peuvent être réduits.

Nous citerons par exemple : 1° sur le Pennsylvania R.R. (traversée des monts Alleghanies), dix locomotives pour voyageurs et dix locomotives à marchandises, ayant fait respectivement en 1877 chacune en moyenne 73 343 kilomètres et 52 445 kilomètres, qui n'ont coûté, par kilomètre de parcours, que 10,82 centimes et 11,36 centimes pour frais d'entretien; 2° sur le New-York Central et Hudson River R.R., treize locomotives, qui, en 1877 ayant parcouru

en moyenne 120518 kilomètres, n'ont donné lieu qu'à une dépense de 8,40 centimes par locomotive et kilomètre pour leur entretien.

M. Buchanan, Directeur de la traction du New-York Central et Hudson River R.R., donne de plus pour cinq locomotives ayant fait en 1877 un service très chargé entre New-York et Albany, les chiffres suivants :

DÉSIGNATION DES LOCOMOTIVES				PARCOURS EN KILOMÈTRES fait par locomotive en 1877.	DÉPENSES D'ENTRETIEN par locomotive et kilomètre de parcours en centimes.
SERVICE auquel la locomotive était affectée.	CYLINDRES Diamètre.	CYLINDRES Course.	DIAMÈTRE des roues motrices.		
	m.	m.	m.		
Voyageurs	0,432	0,610	1,678	139,461	3,387
Voyageurs	0,432	0,610	1,678	111,787	2,177
Marchandises......	0,407	0,559	1,525	127,708	2,020
Marchandises......	0,432	0,610	1,525	103,835	1,989
Marchandises......	0,407	0,610	1,525	98,793	1,305

La faible proportion dans laquelle les locomotives passent aux ateliers met d'ailleurs en évidence non seulement la rareté des réparations, mais aussi la rapidité avec laquelle se font les travaux aux ateliers, et ce fait déjà relevé, que pour bien des réparations l'envoi aux ateliers se trouve évité par les pièces de rechange.

Pour ne donner qu'un exemple emprunté à la Compagnie du Pennsylvania R.R., il y avait le 15 octobre 1880 :

Sur 155 locomotives de la division Est du Pittsburg, Fort-Wayne et Chicago R.R....	9	loc. aux ateliers.	
» 127 locomotives de la division Ouest du Pittsburg, Fort-Wayne et Chicago R.R....	8	»	»
» 97 locom. du Cleveland et Pittsburg R.R..	6	»	»
» 29 » de l'Erie et Pittsburg R.R......	1	»	»

Soit, sur 408 locomotives, 24 seulement aux ateliers, ou environ 6 p. 100.

Parcours fait par les locomotives.

On peut conclure des tableaux donnés plus haut que les parcours moyens annuels des locomotives variaient de 42 000 à 54 000 kilom.

Le tableau que nous donnons ci-après, en complétant les données fournies par les précédents, montre que dans certains cas particuliers les chiffres moyens de parcours sont dépassés dans une mesure qui susciterait des doutes, si les chiffres qui s'y rapportent ne provenaient de sources méritant toute confiance.

DÉSIGNATION DU CHEMIN DE FER.	DÉSIGNATION des LOCOMOTIVES.	ÉPOQUE ET DURÉE de L'OBSERVATION.
Boston Albany	Moyenne de toutes les locomotives du chemin de fer	1873
Erie	»	1873
New-York Central et Hudson River	»	1873
Pittsburg, Fort-Wayne et Chicago	»	1873
Illinois Central	»	1876
Central Pacific	»	1875
Pennsylvania	»	1873-4
»	Locomotive n° 215 (marchandises).	1873-4
»	» n° 273 »	1875 à 1880 (49 mois.)
»	Locomotives à voyageurs (traversée des Alleghanies)	1877
»	Locomotives à marchandises	1877
»	Locomotive à voyageurs n° 133	1869
»	» » »	1870
»	» » »	1871
»	» » »	1872
»	» » »	1873
»	» » n° 914.	1874-1877 (4 ans.)
»	» à marchand., n° 447.	1870-1877 (8 ans.)
Philadelphia-Reading	Locomotive à voyag. n° 23	Juil. 1852 à déc. 1874 (22 ans 4 mois.)
» »	Locomotives » 44, 45 et 49	Mai, juin et août 1857 à déc. 1874 (moy. 17 ans 5 mois.
» »	» » 57 et 58	Juin 1859 à déc. 1874 (moy. 15 ans 5 mois).
N.-York Central et Hudson Riv.	Toutes les locomotives de l'Hudson division	1877
» » »	Les locom. les plus employées de cette division	1877
» » »	Locomotive à voyageurs n° 33, parmi celles ci-dessus	1877 et 1878 (15 mois.)
» » »	Locomotive à voyageurs n° 80	1877
» » »	» à marchand. n° 69	1877
Erie	Locomotives n°s 201 et 202 des Rogers-Locomotive-Works	Juin 1854, avril 1878 (23 ans 9 mois.)
»	» n°s 203 et 204 »	Juil. 1854, avril 1878 (23 ans 8 mois.)
Canada Southern	Locom. à voyag. et à marchand.	1875
» »	Locomotive n° 21	1875-1878 (4 ans.)

PARCOURS EN KILOMÈTRES fait par locomotive dans le laps de temps considéré.	NOMBRE DE LOCOMOTIVES dont la moyenne est tirée.	PARCOURS KILOMÉTRIQUE par locomotive et par an.	OBSERVATIONS.
39,445	—	39,445	Extrait d'une lettre adressée le 3 mars 1878 par M. W. W. Evans à M. Higinbotham, ingénieur en chef du chemin de fer Victoria, en Australie. Dans cette même lettre, M. Evans fait ressortir que le parcours des locomotives sur les chemins de fer anglais, de London-North-Western, Midland, North-Eastern et Great-Western, n'était en 1878 en moyenne que de 28,107 kilomètres, donc de 16,465 kilomètres inférieur au parcours moyen sur les quatre chemins de fer américains.
44,355	—	44,355	
43,362	—	43,362	
51,129	—	51,129	
44,789	202	44,789	
45,015	203	45,015	
40,673	786	40,673	
77,300	1	77,300	
404,999	1	99,183	Cette locomotive n° 273 a été construite en 1875 aux ateliers de la compagnie à Altoona; elle était toujours conduite par le même mécanicien et a fait un service non interrompu de 49 mois. Le poids de cette machine est de 75^t,50; ses roues motrices ont 1^m,525 de diamètre. Elle a subi des réparations aux ateliers et se trouvait de nouveau en service avant la fin de 1880. (*R. R. Gaz.*, nov. 1880.)
73,343	10	73,343	Rapport de M. Ely, directeur de la traction du Pennsylvania R.R.
52,445	10	52,445	
71,832	1	71,832	Cette locomotive n° 133 a fait, en 9 ans de service, un parcours annuel moyen de 76,520 kilomètres.
69,069	1	69,069	
87,164	1	87,164	
139,626	1	139,626	
67,586	1	67,586	
362,940	1	90,735	En 1874, le parcours a été de 97,572 kilomètres.
517,640	2	64,705	En 1876, le parcours a été de 73,302 kilomètres.
661,280	1	29,610	Parcours moyens en 1874. 39,896 — Les locomotives ont été construites dans les ateliers de la compagnie du Philadelphia-Reading R.R. [illegible] (Extrait du rapport de cette compagnie.)
717,253	3	41,182	43,741
709,607	2	46,028	56,793
61,859	97	61,859	Extrait d'un rapport de M. W. T. Buchanan, directeur de la traction du New-York Central et Hudson River Railroad, en date du 8 mai 1878.
120,518	13	120,518	
189,771	1	151,817	
139,461	1	139,461	
127,708	1	127,708	
1,020,512	2	42,969	Ces machines ont eu leurs chaudières renouvelées en 1871, c'est-à-dire après 17 années de service. Extrait d'une lettre de M. H. J. Jewett, datée du 8 avril 1878.
964,176	2	40,740	
88,381	41	88,381	La moyenne des frais d'entretien, par kilomètre de parcours, n'a été que de 3,3 centimes.
341,370	1	85,342	

Parmi les chiffres de parcours annuel fournis par le tableau ci-dessus, ceux qui se rapportent à la machine n° 133 du Pennsylvania R.R. pour une période de 5 ans sont vraiment extraordinaires.

D'après un rapport de M. Ely, sur les 139 626 kilomètres parcourus par cette machine en 1872, il y a 134 950 kilomètres faits avec des trains de voyageurs, et 4676 kilomètres, avec des trains de marchandises. C'est en octobre 1872 qu'elle a fait le plus grand parcours mensuel, soit 13 389 kilomètres. Pendant les 31 jours d'octobre, elle n'a chômé que le 27; elle avait été à l'atelier du 7 au 10 septembre, et elle n'éprouva ensuite de nouvelle interruption de service que le 31 décembre 1872.

Le parcours journalier avait été tout le mois d'octobre de 425 kilomètres, sauf 2 jours pendant lesquels il n'avait été que de moitié de ce chiffre, et 5 jours pendant lesquels il avait été plus fort de moitié.

Ce n'est qu'avec des locomotives construites de manière à n'avoir pas souvent besoin de passer aux ateliers que l'on peut arriver à des chiffres de parcours aussi considérables.

Les ingénieurs américains ont voulu démontrer par un tour de force, pendant l'exposition de Philadelphie en 1876, la supériorité, au point de vue de la continuité du service, des machines construites d'après leurs principes, en organisant pour les représentants de la presse un train d'excursion qui partit le premier juin de New-York, et fit en 83 heures et 27 minutes le trajet de New-York à San-Francisco, soit 5340 kilomètres.

Le trajet de New-York à Pittsburg, soit 707^k,6 fut fait sans arrêt en 10 heures 15 minutes, soit à une vitesse moyenne d'environ 70 kilomètres à l'heure [1].

Revenant au tableau que nous avons donné ci-dessus, nous y trouvons la confirmation de ce fait très important annoncé au commencement de ce chapitre, que le parcours moyen annuel des locomotives sur les chemins de fer aux États-Unis est bien supérieur à celui qu'on obtient sur nos chemins de fer les mieux outillés et le mieux dirigés [2].

En raison du parcours plus considérable que l'on peut demander à une locomotive, il est possible de pourvoir à un trafic donné avec un nombre inférieur de machines.

1. Voir la note insérée à la fin de ce volume.

2. Nous donnons ci-après comme termes de comparaison les chiffres moyens de par-

D'après un numéro du *London Railway News* de 1873, les quatre grandes Compagnies de chemins de fer en Angleterre, le Great Northern, le London et North Western, le Midland et le North Eastern Railway, avaient à cette date le même trafic par kilomètre que les quatre grands chemins de fer américains; le Grand Trunk Railway du Canada, le New-York Central et Hudson River R.R., le Pennsylvania R.R. et le Pittsburg, Fort-Wayne et Chicago R.R. La comparaison du nombre des locomotives desservant en moyenne chaque kilomètre de chemin de fer exploité montrait qu'il y avait 0,577 locomotives par kilomètre sur les chemins de fer anglais, tandis qu'il n'y avait que 0,24 locomotives en moyenne par kilomètre en Amérique.

Il est difficile d'établir pour des comparaisons de cette nature des équivalents de trafic, nous croyons toutefois intéressant de donner ci-après quelques chiffres montrant quel est le nombre des locomotives par kilomètre de chemin exploité sur certains chemins de fer, au trafic desquels la recette brute kilométrique peut servir jusqu'à un certain point de mesure.

Ce tableau est complété par l'indication du nombre de voitures à voyageurs et de wagons de marchandises, pour chaque ligne.

---

cours relevés pour les machines de diverses grandes lignes européennes en 1876 :

	Kilomètres.	
Allemagne : Lignes de l'État exploitées par l'État	18,388	moyenne 18,518
» » de l'État exploitées par des compagnies	16,748	
» » des compagnies	19,340	
Autriche-Hongrie	21,725	
État Belge	25,800	
Danemark	27,748	
France : Chemins de fer : du Nord	12,010	
» » de l'Est	21,517	
» » de l'Ouest	26,181	
» » d'Orléans	31,153	
» » de la Méditerranée	21,158	
» » du Midi	22,715	
Italie : Haute Italie	27,830	
» Romains	28,830	
Norvège	25,887	
Hollande	27,399	
Roumanie	19,893	
Suède : Chemins de fer de l'État	30,063	
Suisse	23,409	
Angleterre : Great Northern	32,522	
» London et North Western	23,345	
» Middland	29,785	
» North Eastern	23,828	
» Great Western	27,731	

NOM DES CHEMINS DE FER.	LONGUEUR EXPLOITÉE.	RECETTE BRUTE par kilomètre.
	kilom.	fr.
New-York Central et Hudson River	1610	80,600
New-York, Lake Erie et Western	1494	53,010
New-York, New-Haven et Hartford	245	81,675
Boston-Albany	518	58,525
Pennsylvania... Pennsylvania Central	1759	61,256
Pennsylvania... United R.R. of New-Jersey	685	66,278
Pennsylvania... Philadelphia Erie	464	33,263
Philadelphia-Reading	534	122,710
Lehigh Valley	488	60,780
Baltimore-Ohio avec prolongement sur Chicago.	1304	50,220
Chesapeake-Ohio	704	13,553
Lake Shore et Michigan	1895	40,300
Michigan Central	1294	28,825
Pittsburg, Fort-Wayne Chicago	754	56,001
Atlantic et Great Western	824	25,032
Pittsburg, Cincinnati, Saint-Louis	324	55,595
Wabash	3083	19,585
Ohio-Mississipi	990	17,651
Central Ohio	221	19,111
Cleveland, Columbus, Indiana	629,5	29,120
Louisville-Nashville	1566	17,167
Chicago, Burlington, Quincy	2871	25,735
Chicago, Rock Island-Pacific	1811	25,928
Chicago, North Western	3428	25,739
Chicago, Milwaukee et Saint-Paul	3213	15,549
Illinois Central	2022	17,836
Atchison, Topeka et Santa-Fé	1605	19,840
Missouri-Pacific	679	28,830
Saint-Louis, Iron Mountain	1102	23,969
Union Pacific	1678	39,258
Central Pacific	3125	23,798
Chicago-Alton	1267	22,670
Texas-Pacific	715	14,914

NOMBRE TOTAL de locomotives.	NOMBRE de LOCOMOTIVES par kilomètre exploité.	VOITURES A VOYAGEURS ET WAGONS POUR BAGAGES		WAGONS A MARCHANDISES	
		en TOTALITÉ.	PAR KILOMÈTRE exploité.	en TOTALITÉ.	PAR KILOMÈTRE exploité.
594	0,27	626	0,39	16,486	10,23
504	0,33	390	0,26	18,290	12,25
94	0,38	262	1,07	1478	6,03
243	0,47	139	0,27	4907	9,47
643	0,36	480	0,25	11,558	6,56
242	0,35	400	0,58	3723	5,43
119	0,25	45	0,09	3035	6,54
478	0,89	504	0,94	15,027	28,14
238	0,48	107	0,22	26,776	54,87
544	0,42	414	0,32	11,676	8,98
81	0,11	51	0,07	2227	3,16
495	0,25	349	0,17	10,789	5,67
219	0,17	282	0,21	5056	3,90
278	0,36	214	0,28	6655	8,82
165	0,20	179	0,22	2480	3,01
112	0,35	66	0,21	3374	10,72[1]
331	0,10	202	0,07	8195	2,70
14	0,014	89	0,09	2501	2,53
31	0,18	27	0,12	351	1,54
136	0,22	157	0,25	3943	6,26
186	0,11	100	0,06	3112	2,00
374	0,13	210	0,07	10,827	3,76
259	0,14	149	0,08	5706	1,98
350	0,10	406	0,12	8810	2,57
299	0,09	231	0,07	7301	2,27
212	0,10	175	0,08	5155	2,56
121	0,07	587 { 457 / 130 }	0,22	2859	1,93
107	0,15	132	0,19	2427	3,56
121	0,11	150	0,13	2591	2,35
178	0,11	258	0,15	3115	1,85
226	0,07	317	0,10	4567	1,46
187	0,15	107	0,08	4218	3,33
49	0,07	42	0,06	962	1,33

1. La Compagnie de Pittsburg, Cincinnati, Saint-Louis loue une grande quantité de wagons.

Charge des trains.

L'économie de la traction ne s'est pas arrêtée à obtenir des locomotives le plus de parcours possible, et, du personnel, par l'appât des primes, une moindre consommation de combustible et la réduction des consommations de toute nature, telles que huile, graisse, déchets, etc. Il fallait aussi préciser la charge des trains et chercher à tirer le meilleur parti possible de la force de traction de chaque locomotive.

Comme en Europe, on fixe en général sur chaque ligne, pour chaque type de locomotive et pour les différentes sections de ligne, présentant des conditions de tracé différentes, la charge normale, et la charge maxima des trains. Généralement ces règlements définissent le poids des trains par le nombre de wagons chargés.

Le wagon à marchandises à huit roues chargé est pris pour unité pour les trains de marchandises et les trains mixtes. Les rapports servant pour la réduction à cette unité sont les mêmes pour presque tous les chemins de fer.

On compte cinq wagons vides pour trois wagons chargés; deux wagons à quatre roues pour un wagon à huit roues, et dans les trains mixtes deux voitures à voyageurs pour trois wagons à marchandises chargés.

A égalité de dimensions des cylindres, on admet que les locomotives pour voyageurs traînent un quart en moins que les locomotives à marchandises.

Les charges réglementaires sont toujours données pour des conditions favorables d'adhérence, c'est-à-dire en supposant les rails secs, et sont variées suivant les déclivités et courbures rencontrées dans chaque division de la ligne.

Il va de soi que le coefficient d'adhérence moyen varie suivant les conditions climatériques, et on a remarqué depuis longtemps (Couche, 1873, II, 262), que, par suite du climat généralement sec, particulier à l'Amérique du Nord, les conditions d'adhérence sont meilleures aux États-Unis qu'en Europe.

L'usine de Baldwin, qui donne, pour les locomotives qu'elle fournit, les charges admissibles, suppose le coefficient d'adhérence égal à un quart.

M. Forney se borne à un cinquième, chiffre qu'admet également

M. Trautwine dans son manuel de l'ingénieur, très répandu aux États-Unis.

Dans d'autres recueils américains, nous trouvons les chiffres suivants pour l'adhérence par tonne de charge, suivant l'état de la voie :

Rails secs	268	kilog.
» mouillés	245	»
» humides	201	»
» en temps de brume	134	»
» couverts de glace	89	»

Il est du reste bien admis que les charges ne doivent généralement pas dépasser les deux tiers du poids qui, en raison de ces suppositions d'adhérence, pourrait encore être traîné par la locomotive; car les irrégularités pouvant en résulter dans la marche des trains compenseraient pour eux tous les avantages de la plus grande charge.

Quelques exemples, empruntés aux lignes les plus importantes, feront juger de leur système de division en sections de charge pour le service des marchandises, qui est de beaucoup le plus important.

La ligne du Grand Trunk canadien, entre Detroit et Portland, présente une longueur de 1411 kilomètres, divisée en dix sections, dont la longueur varie entre 93 et 205 kilomètres, et dont le profil en long offre des pentes comprises entre 7 et 15 millimètres. Les machines du système Mogul, à cylindres de $0^m,45$ de diamètre et $0^m,625$ de course, y remorquent un nombre de wagons de marchandises limité à 25 sur les deux sections où l'inclinaison de 15 millimètres est atteinte, et qui est porté à 42 sur la section comprise entre Port Huron et Detroit, où l'inclinaison est inférieure à 7 millimètres. On ne se sert de machines de renfort qu'aux abords de quelques gares. La charge limite brute des trains varie ainsi, en comptant 22 tonnes par wagon chargé, entre 550 et 924 tonnes.

Sur le New-York Central et Hudson River R.R., les plus forts trains sont remorqués par des machines du type Consolidation à cylindres de $0^m,41$ de diamètre et $0^m,61$ de course. Leur composition normale sur toute la ligne entre New-York et Buffalo est de 42 wagons chargés, correspondant à un poids brut de 924 tonnes et à un poids net de 504 tonnes. Ces trains ne subissent sur tout leur parcours aucune décomposition; sur les points où les rampes à franchir, généralement courtes, dépassent 8 millimètres, comme

aux bords d'Albany, de Schenectady et de Syracuse, on a recours à des machines de renfort.

Sur l'Erie, où les déclivités sont plus fortes sur de grandes longueurs[1], et où l'on n'emploie pas de machines de renfort pour les trains de marchandises, ces trains comprennent de 30 à 40 wagons chargés, formant une charge brute de 660 à 880 tonnes remorqués par des machines pesant de 50 à 70 tonnes avec leurs tenders. Certains trains de charbon expédiés des districts houillers, situés sur le plateau entre le versant de l'Atlantique et celui des grands lacs, comprennent parfois à la descente jusqu'à 122 wagons.

La ligne principale du Pennsylvania R.R., entre Philadelphie et Pittsburg sur 585 kilomètres, est divisée en cinq sections de charge réparties comme il suit :

INDICATION DE LA SECTION.	DÉCLIVITÉ MAXIMA PAR MÈTRE.	LONGUEUR DE LA SECTION.	TRAINS ALLANT : VERS L'EST.		VERS L'OUEST.	
			Nombre de wagons chargés.	Charge maxima équivalente.	Nombre de wagons chargés.	Charge maxima équivalente.
	millim.	kilom.		tonnes.		tonnes.
Philadelphie-Harrisburg	9	169	33	822	35	865
Harrisburg-Altoona	4	212	45	1128	30	752
Altoona-Conemaugh	18	74	17	423	11	282
Conemaugh-Derry	8	56	34	846	34	846
Derry Pittsburg	12	74	17	423	17	423

On ne se sert de machines de renfort que dans la section d'Altoona-Conemaugh, et pour les trains de voyageurs seulement, dont la charge brute normale est fixée à 255 tonnes sur toutes les sections, sauf la seconde où elle atteint 339 tonnes pour les trains express ou rapides. Pour les trains omnibus, les charges s'élèvent jusqu'à 348 et 396 tonnes sur les mêmes sections.

Sur la ligne principale du Baltimore-Ohio R.R., divisée en trois sections d'exploitation, entre Baltimore et Grafton (473 kilomètres), le service est actuellement fait pour les marchandises par des machines du type Consolidation avec cylindres de $0^m,51 \times 0^m,61$, ayant un poids total de 46 tonnes et un poids adhérent de 36 tonnes.

1. On a vu (t. I, p. 66) que les plus fortes pentes de la ligne principale varient entre 9 et 11 millimètres.

Les charges sur les diverses sections pour les trains se dirigeant vers l'Ouest sont fixées ainsi qu'il suit :

INDICATION DE LA SECTION.	LONGUEUR.	DÉCLIVITÉ MAXIMA par mètre.	NOMBRE DE WAGONS chargés.	CHARGE BRUTE équivalente.
		millim.		tonnes.
Baltimore-Martinsburg	183	16	22 à 24	484 à 532
Martinsburg-Piedmont	170	7	48	1056
Piedmont-Grafton — 1re partie	27	22	11	242
Piedmont-Grafton — 2e »	92	17	22	484

Au pied de la rampe inclinée à 22 millimètres sur 27 kilomètres qui commence à Piedmont, les trains sont dédoublés

Les trains de marchandises comprennent un nombre de wagons au moins aussi élévé que sur les sections à faible pente des Trunk-lines sur les lignes du Lake-Shore, Michigan, Southern; Pittsburg, Fort-Wayne, Chicago; Baltimore-Chicago, qui traversent la vaste région de plaines de la haute vallée du Mississipi.

Pour les lignes à trafic médiocre et à déclivités modérées (ne dépassant pas $0^m,011$ par mètre), les locomotives à marchandises du type Mogul, pesant en totalité 35 et 50 tonnes avec leurs tenders, remorquent couramment 20 wagons de 20 tonnes chacun, soit 400 tonnes de charge brute.

Cette charge normale est aussi adoptée sur l'Union et le Central Pacific R.R. On ajoute des machines de renfort sur les rampes les plus fortes pour n'avoir pas à décomposer les trains, soit de marchandises, soit de voyageurs. Ces derniers comprennent de six à neuf wagons, savoir un wagon de bagages, un wagon de messageries, d'un à trois sleeping-cars, une ou deux voitures ordinaires et deux voitures de deuxième classe pour émigrants ou pour fumeurs. Les trains mixtes qui circulent sur cette ligne contiennent d'une à six voitures pour émigrants, qui sont comptées au point de vue de la charge brute comme équivalentes aux wagons chargés.

Enfin sur les lignes industrielles à anthracite de Pennsylvanie, comme celle du Lehigh Valley, par exemple, où l'on rencontre des rampes inclinées à $0^m,024$ et $0^m,015$, et où l'on emploie exclusivement des machines du type Consolidation très puissantes, on admet des charges normales un peu supérieures à celles qui ont été

données ci-dessus pour les sections des *Trunk lines* à mêmes pentes, soit 240 et 484 tonnes pour les deux inclinaisons précitées, et il arrive parfois que ces charges sont bien dépassées, notamment la première, qui est quelquefois portée à 334 tonnes.

Il va sans dire qu'en hiver, vu le mauvais état de la voie, plus ou moins obstruée par la neige, le nombre des wagons composant chaque train de marchandises subit une diminution plus ou moins considérable. On aime mieux en général, ainsi que nous l'avons déjà constaté, raccourcir les trains que recourir à l'emploi des machines de renfort, réservées pour les trains de voyageurs. Sur le Grand Trunk canadien, qui est une des lignes les plus exposées aux neiges, on supprime en moyenne de trois à cinq voitures par train pour tenir compte de cette circonstance.

CHAPITRE XXI

SERVICE DU MOUVEMENT

Généralités. — Nous avons constaté à plusieurs reprises que, pour l'établissement de la voie ferrée et de ses accessoires, on fait toujours en sorte de se régler à la fois sur les ressources disponibles et sur les besoins du service. On retrouve tout naturellement la même tendance dans l'organisation du mouvement, qui se réduit à un minimum au moment de l'ouverture des lignes pour ne se développer ensuite que progressivement. A ce moment, il n'existe encore le plus souvent qu'un petit nombre de stations, et beaucoup d'entre elles sont encore à l'état rudimentaire. Il n'y a de signaux presque nulle part ; le personnel sédentaire est extrêmement restreint; c'est donc au personnel des trains qu'incombe entièrement le soin de pourvoir lui-même à tout ce qui intéresse la sécurité de leur marche. Ce personnel a été ainsi amené à concentrer entre ses mains une grande partie des attributions dévolues en Europe aux agents sédentaires, et qu'il a conservées, même lorsque ceux-ci, par suite du développement du trafic, sont devenus plus nombreux et plus capables de les remplir. Même aujourd'hui, sur la plupart des lignes, les chefs de gare ne s'occupent que du service commercial et des manœuvres intérieures des gares qui s'y rattachent. C'est un personnel spécial, ainsi que nous le verrons plus loin, qui est chargé, en dehors d'eux, des signaux et des communications télégraphiques intéressant la sécurité de la voie.

Encore y a-t-il lieu de remarquer que les perfectionnements introduits dans l'exploitation des grandes lignes en ces dernières années tendent plutôt à restreindre ce personnel qu'à l'accroître, en substituant aux signaux manœuvrés par des agents sédentaires des signaux actionnés par les trains eux-mêmes, et en plaçant entre les mains du mécanicien de chaque train des moyens d'arrêt très

énergiques, pour parer aux accidents que les signaux fixes ne sont pas toujours susceptibles de prévenir.

Il va sans dire, que, sur les lignes complètement dépourvues ou insuffisamment pourvues de signaux, la vitesse de marche des trains ne peut être qu'assez faible, en raison de la fréquence des ralentissements et des arrêts qu'elle entraîne au passage de tous les points dangereux : stations, croisements, embranchements.

C'est en définitive aux dépens de la vitesse que s'achète la sécurité avec une organisation aussi simple, mais c'est là une nécessité facilement acceptée par le public américain, habitué à régler ses exigences sur l'importance du trafic, et à ne demander aux compagnies que ce qu'elles peuvent raisonnablement lui donner.

Ajoutons que la régularité et la ponctualité du service sont loin d'avoir, dans les conditions où sont placés d'abord beaucoup de chemins de fer en Amérique, l'importance qu'on est ordinairement porté à y attacher en Europe. Pour les populations à peine fixées, et voyageant généralement peu, que traversent les nouvelles lignes, la régularité du service journalier a beaucoup moins d'intérêt que la possibilité d'expédier, en temps utile et à bas prix, à certaines époques de l'année, leurs produits sur les marchés où ils peuvent trouver des débouchés, et de faire venir les approvisionnements dont elles ont besoin.

Les compagnies de leur côté se préoccupent surtout de conserver et d'accroître leur mouvement de marchandises, et elles estiment qu'un retard est suffisamment justifié, s'il leur permet de ne pas manquer une bonne affaire, ou d'effectuer plus économiquement le transport d'une grande masse de marchandises ; ainsi que le rappellent les instructions données par une compagnie des États de l'Ouest à ses agents, il s'agit pour elles de gagner, non du temps, mais de l'argent[1].

Ce n'est que dans les États de l'Est que la multiplication et l'augmentation de vitesse des trains, devenues indispensables pour répondre aux besoins des populations plus agglomérées et plus riches, jointes à la nécessité d'établir des correspondances aux points de raccordement des diverses lignes, ont forcé les compa-

1. Dans la plupart des gares, on ne voit pas d'horloge, et la plus grande diversité règne sur la manière de régler les heures de départ : ces heures en 1880 se réglaient sur 87 méridiens différents pour l'ensemble des lignes des États-Unis.

gnies d'imposer à la marche des trains une régularité en harmonie avec les exigences plus impérieuses de la sécurité et du trafic.

Organisation du service du mouvement. — La marche des trains est réglée par le chef d'exploitation, auquel est spécialement attaché pour le service du mouvement un agent désigné par le nom de *general train dispatcher,* qui joue dans l'exploitation, comme chef général du mouvement, un rôle d'autant plus considérable, que la marche des trains est moins régulière. Tout le personnel des trains relève directement de cet agent qui a en outre sous ses ordres : 1° dans les gares les plus importantes, d'autres agents préposés à la composition et à la décomposition des trains; 2° dans un certain nombre de gares intermédiaires, des télégraphistes avec lesquels il est constamment en relation par l'intermédiaire d'un agent supérieur (*division operator*), et qui sont chargés de transmettre ses ordres et de le tenir au courant de la marche des trains.

L'employé essentiel du mouvement, c'est le conducteur du train, qui, sous la direction du *train dispatcher*, exerce sur le train l'autorité d'un capitaine de navire sur son bord, et qui préside à tous les mouvements, en même temps qu'il est chargé de faire la police, et de protéger les femmes et les enfants voyageant seuls, devoirs dont l'accomplissement lui est rendu facile par la faculté de circuler d'un bout à l'autre du train.

Les chefs de gare n'ont pas d'ordres à donner aux divers agents du mouvement, en ce qui concerne soit le départ, soit le stationnement des trains. Comme les gares ne sont d'ailleurs pas toutes pourvues de communications télégraphiques entre elles, les chefs de gare ne peuvent être chargés d'assurer la sécurité des trains entre deux stations consécutives, comme le sont les chefs de gare en Europe.

C'est alors au conducteur du train, quand il arrive en retard à une station, de s'y arrêter, s'il craint de ne pouvoir gagner à temps la station de croisement.

Les instructions du service de l'exploitation du Pennsylvania R.R. se bornent à recommander à cet effet aux conducteurs de ne pas quitter une station, quand ils doivent se croiser avec un autre train à la station suivante, à moins d'être *sûrs* qu'ils ont le temps nécessaire pour y arriver avant ce train, si celui-ci doit passer avant le leur.

Il est clair que ces instructions, qui font uniquement dépendre de l'appréciation des chefs de train la possibilité d'éviter les collisions, et les rendent presque inévitables, pour peu qu'ils se trompent, sont loin de donner à l'exploitation des garanties de sécurité suffisantes.

Classification des trains.

Au point de vue de la régularité de la marche, les trains sont divisés en trois classes.

1° Les trains réguliers (*regular*) spécifiés sur le tableau de marche des trains.

2° Les trains supplémentaires (*extra*) ajoutés de temps à autre, qui suivent immédiatement les trains réguliers et sont complètement assimilés à ceux-ci pour toutes les conditions de marche.

3° Les trains irréguliers (*wild*) intercalés à des époques et à des intervalles indéterminés entre les trains réguliers.

Sur les lignes à double voie, les trains prennent généralement la droite, et non la gauche suivant l'usage qui a prévalu d'abord en Angleterre, puis en France à l'imitation de l'Angleterre.

Trains réguliers. — Un très petit nombre de compagnies se servent jusqu'à présent pour régler la marche des trains du système de représentation graphique de cette marche, si usité en Europe; le chef du mouvement se contente généralement d'arrêter un tableau sur lequel les trains réguliers, portant chacun un numéro d'ordre, figurent seulement avec les heures de départ et d'arrivée et l'indication de leurs points de croisement. En vue de ce croisement, le tableau fixe un ordre de priorité, d'après lequel certains trains doivent livrer passage à d'autres trains aux gares de croisement. La fixation et l'observation de cet ordre de priorité sont d'autant plus nécessaires, que les mouvements, ainsi que nous venons de le voir, se font entre deux gares consécutives sans l'intervention des chefs de gare.

Cet ordre se règle habituellement sur la vitesse et l'importance des trains : les trains de voyageurs passent avant les trains de marchandises, ceux-ci, avant les trains de matériaux; les trains express et les trains-poste, avant les trains omnibus et locaux; les trains de bétail, avant les trains de marchandises de transit ou

locaux; les trains de marchandises, avant les trains de construction ou de combustible.

Le principe adopté est qu'un train de classe inférieure doit dans tous les cas laisser la voie libre au train de classe supérieure.

Sur les lignes à voie unique, qui sont les plus nombreuses, les trains marchant dans un certain sens ont un droit de priorité (*right of track*) sur les trains de la même classe ou de la classe inférieure marchant dans le sens opposé.

Par exemple sur la plupart des lignes des États de l'Est, les trains allant vers l'Ouest exercent ce droit sur les trains allant dans la direction opposée; ceux-ci sont tenus de les attendre pendant trente minutes; passé ce délai, les premiers doivent laisser la voie libre aux seconds. Les trains allant dans la direction de l'Ouest ne doivent pas attendre plus de cinq minutes aux points de croisement les trains venant dans la direction opposée, à moins qu'il ne s'agisse de trains d'une classe supérieure.

Ce délai de cinq minutes est uniquement destiné à tenir compte de l'écart possible entre les montres préalablement vérifiées au dépôt, et ne doit pas être mis à profit par les trains.

Le droit de priorité attribué à un train n'est supprimé pour lui qu'après un retard de douze heures, ou, sur quelques lignes, de vingt-quatre heures; passé ce délai, il est considéré comme un train irrégulier circulant en vertu d'ordres spéciaux.

Il va sans dire qu'on ne rencontre nulle part rien d'analogue au *staff system* ou au pilotage des trains, le principe qui prévaut partout étant de conserver au service de l'exploitation la plus grande élasticité possible en vue des variations du trafic, et de faire reposer entièrement la sécurité des trains sur le chef de train seul guidé par des instructions soit générales, soit particulières. On se contente de lui rappeler qu'en cas de doute il doit toujours prendre le parti le plus sûr.

Sur les lignes à double voie, les trains de classe inférieure doivent laisser la voie libre aux trains de classe supérieure vingt minutes à l'avance; ce temps est réduit à dix minutes, s'il s'agit de trains de marchandises.

Trains supplémentaires. — Il arrive parfois que les trains réglementaires sont suivis presque immédiatement d'autres trains et forment avec eux une sorte de convoi; sur certaines lignes comme

celle du Baltimore et Ohio, les trains en convoi sont très fréquents, bien qu'ils paraissent sujets à des accidents; un faible retard d'un train occupant la tête pouvant causer une collision avec le train qui le suit (*running in*).

On admet généralement qu'il suffit de maintenir entre eux un intervalle de cinq minutes, suivant la régle autrefois suivie en Angleterre. Sur certaines lignes, cet intervalle est porté pour les trains de voyageurs à quinze minutes, et pour un train de marchandises suivant un train de voyageurs, à dix minutes. On recommande en outre à présent de maintenir entre les deux trains une distance d'un mille (1610 mètres) au moins.

Le deuxième train est alors annoncé sur certaines lignes par deux drapeaux verts de jour, ou deux feux verts de nuit, placés à l'avant de la machine du premier train, et il est complètement assimilé au premier train pour la marche et le droit de priorité sur les autres trains aux points de croisement.

Trains irréguliers. — Ces trains, qui se multiplient surtout à l'époque des grandes expéditions de céréales, et qui sont susceptibles de dépasser alors en nombre les trains réguliers, sont plus qu'ailleurs une nécessité de l'exploitation, à cause du caractère intermittent du trafic. Ils entraînent pour le *train dispatcher* un énorme travail et une attention extrême pour prévenir les accidents. Il lui faut alors non seulement combiner les heures de départ de ces trains et leurs points de rencontre avec les trains réguliers, dont il est plus ou moins nécessaire de changer la marche, mais encore suivre la marche de tous les autres trains qui circulent à la fois sur la ligne. Sa tâche est rendue plus difficile encore par la nécessité de faire aux causes de retard et aux accidents de toute nature une part assez large, et par celle de surveiller lui-même dans le plus grand détail l'exécution de ses ordres, pour laquelle il n'a pas à compter sur l'assistance des chefs de gare.

C'est, bien entendu, au moyen du télégraphe que se dirige la marche de ces trains, et des précautions particulières sont prises pour éviter les malentendus auxquels peut donner lieu la transmission des ordres. A cet effet, tout ordre envoyé télégraphiquement par le *dispatcher* est délivré par écrit par l'agent du télégraphe de la station à laquelle il est adressé. Le chef du train, après avoir reçu communication de cet ordre, le rédige à nouveau tel qu'il le

comprend, fait lire cette rédaction au mécanicien, et, après s'être mis d'accord avec lui à ce sujet, remet l'écrit à l'agent du télégraphe, qui en accuse réception et le convertit en dépêche à l'adresse du *dispatcher*. Ce n'est qu'après que ce dernier a télégraphié le mot « compris », indiquant que l'entente est complètement établie, que le train quitte la station. Le chef de train et le mécanicien emportent chacun une copie de l'ordre définitif; une troisième copie est conservée au bureau du télégraphe.

Le *train dispatcher* est ensuite tenu au courant de la marche du train et de tous ses incidents par des dépêches qui lui sont envoyées au fur et à mesure de son arrivée successive aux diverses stations pourvues de télégraphe, et il transmet au besoin de nouveaux ordres au chef du train par l'intermédiaire de ces stations, où un signal rouge pendant le jour, une lanterne rouge pendant la nuit, l'avertissent qu'il a à s'arrêter pour recevoir des ordres. En outre, sur un certain nombre de lignes, dans les mêmes stations, un registre est ouvert pour que les chefs de train y puissent inscrire l'heure de leur passage et les divers incidents de la marche de leur train, et prendre les mêmes renseignements à l'égard des autres trains. Sur d'autres lignes, ils font cette inscription sur de simples états (*memorandum charts*), que le télégraphiste communique au mécanicien du train suivant.

Un habile emploi du télégraphe par un *dispatcher* intelligent permet ainsi, avec une organisation très incomplète du service de la voie et des stations, de pourvoir à un moment donné à une augmentation considérable de trafic sur une ligne à voie unique. M. Kirkman, dans son ouvrage sur les trains et les stations, cite une de ces lignes, longue de 174 kilomètres, qui, dans un intervalle de dix-sept jours, a desservi un mouvement de 51 trains par vingt-quatre heures, soit en totalité 56 trains de voyageurs dans chaque sens et 609 trains de marchandises dans les deux sens, comprenant en tout 14973 voitures, sans aucun accident. Il ajoute que le mouvement des trains aurait pu être même augmenté dans une certaine mesure, si les besoins du trafic l'avaient exigé.

Mais, quelque parti qu'un chef du mouvement habile puisse à l'occasion tirer du télégraphe pour multiplier ainsi à un moment donné les trains, il est difficile de comprendre que les compagnies continuent à appliquer un pareil système, qui impose à cet employé un travail excessif, et accroît considérablement les chances d'acci-

dents, alors qu'il serait si facile, en ajoutant une fois pour toutes sur les tableaux de marche un nombre plus ou moins considérable de trains facultatifs, comme on le fait en Europe, de parer à toutes les éventualités, la suppression d'un certain nombre de trains prévus pouvant toujours se faire beaucoup plus facilement et avec plus de sécurité que l'addition de trains imprévus.

Protection des trains.

Usage du block-system. — Le seul exemple que l'on puisse citer de l'introduction du block-system, tel qu'il est appliqué en Europe, est celle qui en a été faite sur le Pennsylvania R.R., entre Philadelphie et Pittsburg, où les longueurs des sections bloquées varient, suivant l'importance du mouvement, à partir de deux kilomètres.

Le block-system est toutefois modifié, en ce que chaque section ne reste bloquée que pendant quelques minutes après le passage d'un train ; les trains qui se présentent ensuite ont seulement à ralentir leur marche jusqu'au moment où la section est redevenue libre. C'est ce que l'on désigne sous le nom de *Permissive block-system*, et qui de fait n'est plus du tout le block-system. Tout en amoindrissant la capacité de mouvement de la ligne, il est loin de mettre, comme le block-system absolu, les trains à l'abri des collisions.

Avec le permissive block-system, tel qu'il est appliqué sur le Pennsylvania R.R., et qui est en outre simplifié par la suppression de l'annonce du train au poste suivant, habituelle sur les lignes européennes, la section ne reste fermée que pendant cinq minutes aux trains de marchandises suivant d'autres trains de même nature. Puis le signal de ralentissement reste maintenu pour les trains de marchandises jusqu'à l'évacuation de la section.

Si un train de voyageurs venait à se présenter, il serait toutefois arrêté jusqu'à ce que le signal de la voie libre eût été donné pour cette section.. Mais ce règlement qui, tout au moins pour les trains de voyageurs, procurerait la sécurité voulue, n'est pas absolu.

Voies de garage. — Si entre les deux postes se trouve une voie de garage, où le train de marchandises, dûment avisé, puisse se garer, le train de voyageurs peut être autorisé à poursuivre avec précaution sa marche pour dépasser le train de marchandises au droit du garage.

Le block-system du Pennsylvania R.R. est dans ce but complété par l'addition d'une troisième voie, établie de place en place entre les deux voies (*middle siding*) (pl. XXV, fig. 14), de manière à permettre aux trains de marchandises de se garer pour laisser le passage libre aux trains de voyageurs.

Garages en pleine voie. — Les voies de garage en pleine voie sont, ainsi qu'il vient d'être dit, établies entre les deux voies, avec lesquelles elles communiquent aux deux extrémités par des aiguilles. On donne en général à chaque voie de garage une longueur suffisante pour pouvoir recevoir deux trains; mais souvent leur longueur atteint plus d'un kilomètre.

Lorsque deux trains se trouvent sur la même voie de garage, il faudrait en certains cas faire reculer un des trains pour donner passage à l'autre train. Pour éviter ce mouvement, on établit à mi-longueur du garage une double aiguille donnant de ce point accès vers les deux voies. L'usage d'avoir au droit du milieu de la voie de garage une tour de signaux ou un simple poteau ne peut pas être considéré comme un moyen d'augmenter la sécurité des trains en marche, mais seulement comme une mesure destinée à empêcher des collisions sur la voie de garage même.

Ces postes de signaux acquièrent une certaine importance au point de vue de la sécurité de l'exploitation, du moment qu'ils sont reliés au télégraphe. Dès lors c'est le *train dispatcher* qui dispose, en pleine connaissance de la situation de la voie, des trains garés.

Le mouvement des aiguilles est fait dans ces garages par le personnel des trains.

Quadruple voie. — Nous avons vu précédemment que la compagnie du New-York Central et Hudson River R.R., avait, pour éviter complètement les chances de collision résultant de la circulation sur les mêmes voies de trains marchant avec des vitesses différentes, comme les trains de marchandises et les trains de voyageurs, pris le parti de séparer complètement les deux services sur la ligne de Buffalo à Albany, en établissant quatre voies affectées exclusivement par groupes de deux à chaque service, à l'exemple de ce qui s'était déjà fait sur certaines lignes européennes, notamment sur la ligne de Cologne à Minden. Grâce à ce dédoublement, justifié jusqu'à un certain point par l'importance du mouvement

des marchandises (le tonnage rapporté à la distance entière a dépassé en 1880 deux millions et demi de tonnes), et dont le résultat paraît avoir été de diminuer les dépenses d'exploitation de 10 pour 100 environ, on a cru pouvoir, pendant un certain temps, laisser comme par le passé aux chefs de train le soin de pourvoir seuls à la sécurité de la marche des trains. Les instructions en vigueur encore en 1878 se bornaient à leur recommander de s'enquérir autant que possible de l'avance du train immédiatement précédent, et de régler leur marche sur cette avance. Les employés des stations étaient chargés de noter exactement l'heure du passage des trains pour leur donner les informations nécessaires.

La même compagnie n'a pas tardé à reconnaître que ces instructions étaient insuffisantes, car elle a essayé ensuite d'organiser une sorte de block-system ambulant. Des surveillants étaient chargés chacun d'une section qu'ils devaient parcourir avant le passage de chaque train régulier. Chaque surveillant était muni d'un drapeau et d'une lanterne qui lui servaient à donner le signal de ralentissement ou d'arrêt au train qui suivait immédiatement celui qui se trouvait sur sa section.

Cette organisation, défectueuse en ce que la distance entre les surveillants était sujette à varier, est en voie de disparaître pour faire place à un système moins défectueux, où les signaux fonctionnent automatiquement.

En 1875, la compagnie du New-York Central et Hudson River R.R. avait déjà commencé à introduire sur ses lignes le block-system automatique imaginé par M. Rousseau, que nous avons eu déjà occasion de décrire (t. I, p. 500).

Aux embranchements, la même compagnie installe maintenant un système de signaux et d'aiguilles à enclenchement combiné par MM. Toucey et Buchanan, dont certaines dispositions rappellent l'appareil connu depuis longtemps en France sous le nom d'appareil Vignier.

Signaux automatiques. — C'est surtout vers l'établissement des signaux automatiques que se portent aujourd'hui les efforts des inventeurs et des compagnies.

Pour les compagnies américaines, les signaux automatiques ne sont pas seulement comme en Europe un moyen de parer à la négligence des agents, ils sont destinés à suppléer ces agents eux-

mêmes, et à permettre de suffire, avec le moins de personnel sédentaire possible, aux besoins variables de l'exploitation.

Les signaux automatiques leur paraissent d'ailleurs, au point de vue de la sécurité, offrir, par cela même qu'ils fonctionnent sans l'intervention de l'homme, des garanties que des employés, sujets à manquer d'attention ou à s'absenter, ne sauraient leur donner, et elles sont d'autant plus portées à s'en contenter, que l'emploi des freins continus sur tous les trains de voyageurs leur permet dans une certaine mesure de conjurer les dangers résultant de leur non-fonctionnement.

Les signaux automatiques, généralement mus par l'électricité, sont tous établis de telle sorte, qu'en cas de dérangement ils couvrent la voie, et que leurs indications soient données assez en avant des points dangereux pour que les trains aient le temps de s'arrêter avant d'y arriver[1].

Signaux du système Hall. — Concurremment avec le système Rousseau qui a donné de très bons résultats sur le New-York Central et Hudson River R.R., aux abords de la station centrale de New-York, c'est-à-dire sur une des sections les plus chargées de la ligne, un des systèmes les plus employés aujourd'hui est le système Hall, qui ressemble au système Rousseau, en ce que le circuit électrique est habituellement ouvert, et que l'interruption du courant qui maintient en place le signal de voie libre, déterminée par le contact des roues de la machine entrant dans une section bloquée avec un commutateur, amène l'apparition du signal de danger. Ce système de signaux a été perfectionné de manière à pouvoir être appliqué :

1° Au block-system proprement dit, au moyen de signaux à disques rouges placés à des distances de 1600 mètres et conjugués avec des appareils répétiteurs (*tell tales*), placés 360 mètres plus loin, qui permettent aux mécaniciens de vérifier, après leur entrée dans la section suivante, si le signal devant lequel ils viennent de passer s'est placé de façon à les couvrir;

2° A la protection des stations dont les agents peuvent les manœuvrer à distance;

3° A couvrir les aiguilles, qui ne peuvent être déplacées de leur

1. Il a été essayé aussi de nombreux systèmes de signaux à air comprimé; mais jusqu'à présent ils ne paraissent pas être sérieusement entrés dans la pratique.

position normale sans faire apparaître le signal d'arrêt à une distance de 600 mètres environ, ou sans faire marcher une sonnerie qui ne s'arrête que lorsque l'aiguille est ramenée dans sa position normale;

4° A signaler l'ouverture des ponts tournants en mettant, de part et d'autre de ces ouvrages, à la position d'arrêt, des signaux établis à une distance suffisante;

5° A l'annonce des trains aux passages à niveau, où ils sont signalés par une cloche qui commence à sonner, quand le train est à 800 mètres du passage, et qui ne s'arrête qu'après le passage du train.

On reproche toutefois aux signaux du système Hall, d'être sujets à se déranger et de n'avertir ni des ruptures de rails, ni des ruptures de trains.

Signaux de l'Union electric signal Cy. — Ces deux dernières conditions sont au contraire parfaitement remplies par un système de signaux patronné par une compagnie spéciale à la tête de laquelle vient de se placer M. Westinghouse, l'inventeur du frein à air comprimé, et connue sous le nom d'*Union electric signal Cy*.

Dans ce nouveau système, applicable aux chemins de fer à double voie, ce sont les rails qui servent à transmettre le courant électrique et c'est l'interruption de ce courant qui détermine le fonctionnement des signaux d'arrêt sous l'action d'une force mécanique préalablement accumulée.

La voie est à cet effet divisée en une série de sections d'un à deux kilomètres isolées les unes des autres. Les rails de chaque section communiquent entre eux non seulement par les éclisses, mais encore par des bouts de fils attachés à des rivets fixés contre les rails de part et d'autre de chaque éclisse; ces fils sont destinés à remédier à la diminution de puissance conductrice résultant de l'oxydation des faces de contact des rails avec les éclisses.

A l'une des extrémités de la section, les deux files de rails sont réunies aux deux pôles d'une pile formée par un seul élément; à l'autre extrémité, ils sont reliés à un fil passant sur un électro-aimant (pl. XXV, fig. 15).

L'expérience paraît avoir démontré que le courant électrique se maintient dans les rails de manière à agir efficacement sur l'aimant par tous les temps, même par les fortes pluies et en temps de neige.

Il suffit, pour interrompre le courant, du passage d'une locomotive ou d'une voiture dont les essieux et les roues offrent à l'électricité un passage plus facile que le fil de très faible dimension qui aboutit à l'aimant. Dès lors on conçoit qu'à l'aide d'un mécanisme analogue à celui du signal Rousseau, le passage d'une locomotive ou d'un wagon peut déterminer l'apparition du signal d'arrêt derrière lui. En remontant convenablement le poids moteur, on peut reproduire jusqu'à 600 fois le signal d'arrêt. Un système d'appareil répétiteur semblable à celui de Hall fait savoir au mécanicien d'un train qui est entré sur une section bloquée, s'il a mis le signal à l'arrêt derrière lui.

Une rupture de rail, un wagon abandonné sur la voie, font également apparaître le signal d'arrêt.

Ce système de signaux sert également à couvrir les aiguilles au moyen d'un appareil de contact, qui, suivant la position de l'aiguille, donne passage au courant ou l'interrompt. L'interruption du courant ayant lieu lorsque l'aiguille est placée sur la voie secondaire détermine l'apparition du signal d'arrêt. Les tiges de commande des aiguilles sont à cet effet isolées des aiguilles et un commutateur mis en mouvement par le levier de manœuvre de l'aiguille établit la continuité du courant dans les deux files de rails de la voie principale, ou l'interrompt en mettant les deux rails en communication (pl. XXV, fig. 16).

Au point de vue de la simplicité des appareils, du grand nombre de cas de danger qu'il signale, et de la manière dont il fait intervenir l'action de l'électricité, l'*Union electric signal* est évidemment supérieur aux autres signaux. L'expérience qui en a été faite sur la ligne de Fitchburg à Boston en 1879 et 1880 lui a été très favorable. On lui reproche seulement d'être trop sensible, la rupture fréquente sur certaines lignes des fils électriques déterminant souvent hors de propos l'apparition du signal d'arrêt. Il faut en outre ne pas omettre de remonter le poids moteur des signaux, et mettre à l'abri de la gelée pendant l'hiver l'élément de pile qui fournit le courant électrique.

Malgré l'augmentation de sécurité résultant de l'emploi de ces divers systèmes de signaux, on convient qu'ils laissent encore beaucoup à désirer en ce que les signaux sont purement optiques, sujets par conséquent à n'être pas aperçus par le brouillard, et à n'être pas distingués par les mécaniciens affectés d'un vice de la

vue qui leur fait confondre[1] certaines couleurs (*color blindness*), et en ce qu'ils n'offrent pas d'ailleurs de garantie contre la négligence des mécaniciens à les observer. On cherche aujourd'hui à les perfectionner en les complétant par des signaux acoustiques.

Sur certaines lignes comme le New-York Central et Hudson River R.R., pour contraindre les mécaniciens à faire attention aux signaux, les signaux d'arrêt sont armés de bras qui viennent frapper l'abri du mécanicien en déterminant le jeu du sifflet de la machine. Un appareil de ce genre fonctionne depuis longtemps dans le tunnel de Harlem aux abords de New-York.

Enfin l'application des signaux automatiques présente certaines difficultés pour les chemins à voie unique, qui sont de beaucoup les plus nombreux, et où leur introduction aurait pour ce motif un très grand intérêt.

Protection des trains aux croisements à niveau et au passage des ponts tournants. — Nous avons déjà fait connaître le système de signaux optiques en usage sur diverses lignes aux croisements (t. I, p. 503), où les trains sont généralement tenus de s'arrêter, et où il n'y a pas toujours un gardien chargé de la manœuvre de ces signaux. On se préoccupe aujourd'hui sérieusement d'y appliquer des appareils à enclenchement.

Une combinaison des appareils Toucey et Buchanan avec ceux de Saxby et Farmer remplissant ces conditions est maintenant en usage sur une partie du Pennsylvania et du Metropolitan Elevated de New-York.

Le système adopté pour la protection des trains au passage des ponts tournants ne diffère pas de celui qui est appliqué aux aiguilles de bifurcation. Le pont ne peut s'ouvrir avant que le signal d'arrêt ne soit en place, et le signal de voie libre ne peut être donné avant que le pont ne soit complètement fermé et fixé dans sa position de fermeture.

Avec ces appareils de protection, il n'est plus nécessaire d'imposer un arrêt obligatoire aux trains, et la commission de contrôle des chemins de fer de Massachusetts a été d'avis de supprimer cette obli-

1. Sur la plupart des chemins de fer, on soumet les employés du service actif à un examen ayant pour objet de constater qu'ils distinguent bien les couleurs. Il paraît que l'infirmité dite *color blindness* est assez fréquente.

gation pour tous les points dangereux pourvus de l'*interlocking system*. Sur le réseau pennsylvanien, l'arrêt n'est également prescrit aux abords des ponts tournants et des croisements à niveau que pour le cas où le signal de voie libre ne serait pas donné et aperçu distinctement.

Protection des trains en pleine voie et dans les stations. — Nous n'avons à signaler rien de particulier pour la protection des trains en pleine voie. En cas d'accident ou d'obstruction de la voie, le train est couvert en avant et en arrière ou en arrière seulement, suivant qu'il s'agit de la simple ou double voie, au moyen de signaux d'arrêt visuels ou de pétards posés en général à 600 et 1200 pas du train.

Dans les stations, le principe généralement admis est de ne couvrir les trains que lorsque le stationnement a lieu en dehors des heures réglementaires. Le signal Nunn (t. I, p. 500) est employé sur un certain nombre de lignes pour protéger ce stationnement; mais il y a encore beaucoup de lignes où les stations sont dépourvues de signaux. En conséquence, quand un train de voyageurs prolonge son séjour dans une station plus de cinq minutes au delà de l'heure de son départ réglementaire, il doit être couvert par un signal à la main de la même manière qu'en pleine voie. Pour les trains de marchandises prévus au tableau de marche, quelques compagnies admettent seulement qu'en raison de leur marche plus ou moins irrégulière ils doivent être toujours couverts en prévision du cas où leur départ ne pourrait devancer au moins de vingt minutes l'arrivée d'un train de voyageurs qui les suivrait immédiatement; quant aux trains irréguliers, ils doivent toujours être couverts, quand ils stationnent.

Signaux divers. — Dans les manœuvres de gare, on se contente de sonner la cloche de la locomotive, et il est prescrit de ne se servir du sifflet qu'en cas de nécessité. On sonne également la cloche à l'approche des passages à niveau, dans les tunnels et dans les rues souvent empruntées par la voie. L'usage du sifflet est réservé pour les passages les plus importants. Il sert en outre, comme en Europe, à commander le serrage et le desserrage des freins, à signaler les arrêts, l'approche de points dangereux, croisements, ponts tournants, etc.

Indépendamment de ces signaux manœuvrés par le mécanicien,

le conducteur, au moyen de la corde qui relie tous les wagons d'un même train, peut commander l'arrêt, le départ, le recul du train, le ralentissement.

La signification des couleurs employées pour les signaux est loin d'être la même pour toutes les lignes, malgré les efforts faits en faveur de l'uniformité. Les signaux blancs et rouges sont en général réservés pour la voie libre et les arrêts; sur un certain nombre de lignes, le vert est employé pour le ralentissement; sur d'autres, c'est le bleu qui a cette signification.

Sur le Baltimore et Ohio R.R., on emploie le signal bleu pour marquer aux trains de voyageurs les stations où ils doivent s'arrêter; sur le Pennsylvania R.R. un signal bleu et vert a la même signification. Sur la même ligne un signal bleu placé sur un wagon isolé ou sur le dernier d'une file de wagons accuse la présence d'ouvriers travaillant sous ces wagons à les réparer.

Nous avons déjà vu que toutes les locomotives portent en tête un fanal blanc (*head light*), assez intense pour éclairer la voie sur une centaine de mètres; deux feux rouges sont fixés à l'arrière de chaque train. Ces deux feux sont sur certaines lignes remplacés pour les machines manœuvrant dans les gares par des feux verts.

Pour que le mécanicien et les employés au télégraphe de la voie puissent s'apercevoir d'une rupture d'attelage, certaines compagnies munissent latéralement le dernier wagon de feux verts; sur le Baltimore et Ohio R.R. un feu rouge allumé dans une lampe sphérique et porté par un bras faisant une certaine saillie sur le wagon a le même objet.

Sur le Pennsylvania R.R., les trains irréguliers de toute espèce sont distingués par un double signal blanc placé de chaque côté du *head light*.

En résumé, l'organisation des signaux sur les lignes les mieux exploitées des États-Unis est loin d'être à la hauteur de celle des grandes lignes européennes, où, il faut le reconnaître, les exigences de la sécurité sont en général beaucoup plus impérieuses.

La confiance que les ingénieurs américains accordent aux appareils automatiques fait d'ailleurs le plus grand contraste avec l'habitude qui prévaut en Europe de faire reposer avant tout la sécurité de l'exploitation sur l'action personnelle des agents sédentaires, et qui a conduit les compagnies dans certains pays à surcharger leur service de l'observation d'instructions fort compliquées,

leur imposant parfois des efforts de mémoire et d'attention excessifs.

Si néanmoins ces instructions sont beaucoup mieux exécutées en Europe qu'elles ne pourraient l'être en Amérique, il n'en est pas moins vrai que la vigilance des agents sédentaires est sujette à se trouver en défaut, et qu'elle y est d'autant plus exposée, qu'on lui demande davantage, et on peut dire que l'intervention générale des freins continus pour prévenir les accidents n'est pas devenue aujourd'hui moins indispensable sur un grand nombre de nos lignes en raison de la multiplication des trains de vitesses différentes, qu'elle ne l'est de l'autre côté de l'Atlantique par suite de la rareté du personnel sédentaire et des imperfections de la voie et des signaux.

Composition et marche des trains.

Trains de voyageurs. — En l'absence de toute prescription réglementaire émanant des pouvoirs publics, la composition et la marche des trains se règlent uniquement sur les besoins du trafic et sur les conditions d'établissement de la voie. Là où en raison du peu d'importance des transports prévus, il n'existe qu'une seule voie non balastée et dépourvue de signaux, comme c'est le cas le plus fréquent sur le versant occidental des Alleghanies, il est clair qu'on ne peut songer à faire circuler des trains rapides ou lourdement chargés ; les trains, qu'il s'agisse de voyageurs ou de marchandises, sont peu nombreux, composés d'un petit nombre de voitures et de faible vitesse.

Les manœuvres de composition et de décomposition des trains sont extrêmement simplifiées pour les trains de voyageurs, formés presque constamment des mêmes voitures, qu'on laisse indéfiniment attelées ensemble.

Il est à remarquer que, malgré la prépondérance plus marquée que dans tout autre pays du mouvement des marchandises sur celui des voyageurs sur la plupart des chemins de fer, les trains mixtes sont assez rares ; il n'en existe pour ainsi dire que dans les États du Sud où le trafic est partout très faible ; on n'en rencontre guère dans le Nord qu'au Canada, sur la rive droite du Mississipi, et sur un petit nombre de lignes secondaires de divers États.

Sur le grand réseau du Pennsylvania R.R., par exemple, ce mode

d'exploitation n'est appliqué qu'à quelques courts embranchements desservant des vallées industrielles sur les deux versants des Alleghanies, et à quelques lignes situées aux extrémités du réseau, comme les lignes de Columbus, Chicago et Indiana Central; Indianopolis et Vincennes; Grand Rapids (Michigan). Là où les voyageurs sont rares, la multiplication des trains journaliers présente peu d'intérêt, et les voyageurs sont d'autant moins portés à user des trains mixtes que leur vitesse est extrêmement réduite. Les compagnies de leur côté cherchent à réduire le plus possible le nombre des trains réguliers, et elles aiment mieux pouvoir supprimer complètement d'un jour à l'autre un train, si elles le jugent inutile, que de le faire servir à deux fins en lui conservant sa régularité.

L'emploi devenu plus général du frein continu, exclusivement appliqué jusqu'à présent aux trains de voyageurs, est un motif de plus pour que les trains mixtes soient peu goûtés des voyageurs, et, partant, fort restreints.

Composition normale des trains de voyageurs. — Les trains de voyageurs comprennent ordinairement, à la suite de la machine et de son tender, un wagon de bagages, un ou deux wagons de messageries, un wagon postal et un nombre variable de voitures à voyageurs.

Nous avons vu plus haut qu'il n'y a qu'une seule classe de voitures à voyageurs; toutefois on intercale parfois dans certains trains entre les wagons de messageries et les voitures ordinaires à voyageurs, des voitures de deuxième classe pour les gens de couleur et les émigrants, ainsi que des wagons pour le transport des colis à grande vitesse.

Le personnel de chaque train comprend :

1° Un mécanicien et un chauffeur;

2° Un préposé aux bagages;

3° Un conducteur chef de train;

4° Un ou plusieurs garde-freins.

D'anciens règlements exigeaient sur chaque train la présence d'au moins un garde-frein pour deux voitures; mais cette prescription paraît tomber en désuétude, surtout depuis que s'est répandu l'usage des freins continus, notamment des freins à air comprimé.

Cet usage du frein à air comprimé n'a pas eu d'ailleurs pour résultat de réduire de plus d'un employé sur la plupart des lignes

importantes le personnel de chaque train. Les gardes-freins placés sous la direction du conducteur chef de train n'ont pas en effet seulement pour mission de serrer et de desserrer les freins; ils sont en outre chargés de veiller à l'éclairage, au chauffage, à la ventilation, et en général à tout ce qui peut intéresser la sécurité ou le bien-être des voyageurs.

Il est rare qu'ils ne soient pas au nombre de trois ou quatre au moins. Sur le train se trouvent en outre divers agents non payés par la Compagnie : de 1 à 3 employés des services de messageries, et de 1 à 6 employés des postes, et un enfant qui vend des journaux et divers comestibles.

Le nombre des voitures varie d'ailleurs beaucoup avec les lignes. Un relevé fait sur 114 lignes de chemin de fer par la commission du Congrès chargée en 1877 de la revision des tarifs à payer par le trésor fédéral aux Compagnies pour le transport des colis postaux évaluait à 4 wagons et demi en moyenne chaque train de voyageurs, y compris le wagon de bagages et de messageries, et le wagon postal, réduits à un seul sur beaucoup de trains, et à 91 tonnes le poids du train moyen, abstraction faite de la machine et de son tender. Il est rare que l'on compte sur les lignes les plus chargées plus de 12 wagons en totalité dans un train de voyageurs.

Classement des trains de voyageurs. — Parmi les trains de voyageurs on distingue :

1° Les trains omnibus ou locaux (*accommodation* ou *local trains*), caractérisés par une faible vitesse, par un parcours limité, et par l'arrêt à toutes les stations.

2° Les trains express, qui, ayant en général une plus grande vitesse de marche et des parcours plus longs que les précédents, servent le plus souvent à des services de correspondance entre les divers réseaux pour des destinations éloignées; c'est ce que nous appellerions en France des trains directs.

C'est ainsi par exemple que, sur le Pennsylvania R.R., il existe des trains express portant le nom de Niagara-express (de Philadelphie aux chutes du Niagara par Williamsport), de Pittsburg-express, de Cincinnati-express et de Pacific-express (à destination de Chicago).

3° Les trains postaux (*mail trains*) au nombre d'un à quatre par jour dans chaque direction.

4° Les trains rapides (*fast trains*) n'ayant qu'un très petit nombre d'arrêts, et marchant à grande vitesse.

Sur ces diverses catégories de trains, la vitesse, le nombre de voitures, le poids des trains et le nombre d'employés sont en moyenne les suivants :

DÉSIGNATION DES TRAINS.	VITESSE y compris ARRÊTS.	NOMBRE DE VOITURES.	POIDS TOTAL.	NOMBRE D'EMPLOYÉS.
	kilom. à l'heure.		tonnes.	
Omnibus...........	24 à 30	2 à 6	45 à 140	5 à 7
Express...........	35 à 56	5 à 14	170 à 380	6 à 10
Rapides, Postaux...		3 à 8	120 à 240	6 à 8

Sur les indicateurs des chemins de fer, on voit en outre figurer pour certaines lignes, aux abords des grandes villes, comme New-York, Boston, Philadelphie, des trains spéciaux pour le transport du lait, où l'on admet des voyageurs et qui tiennent le milieu pour la vitesse entre les trains omnibus et les trains de marchandises.

Il existe enfin dans certaines directions des trains spéciaux d'immigrants marchant à une vitesse comparable à celle des trains omnibus ou locaux, et qui s'en distinguent principalement par le type de voitures qui les composent. Ces trains à certaines époques de l'année sont assez nombreux : sur le New-York Central et Hudson River R.R., on n'en comptait pas moins de 5 par jour à certaines époques de l'année en 1878.

Sur la ligne du Lake Shore et Michigan Southern, on n'estime pas à moins d'un quart pour l'année 1880 la proportion des immigrants par rapport à la totalité des voyageurs transportés vers l'Ouest.

A la plupart des trains dits express sont attelés en queue des *drawing* ou des *sleeping cars*.

Il y en a le plus souvent dans chaque train autant que de grandes lignes en correspondance avec le train, de manière à éviter aux voyageurs tout transbordement jusqu'à son arrivée à destination. Ces cars ont chacun leur personnel spécial : un conducteur et un homme de couleur (*porter*) chargé de faire et défaire les lits.

C'est ainsi par exemple que sur le Pennsylvania R.R. le Pacific-express contient à partir de New-York un ou plusieurs *sleeping cars*

à destination de Chicago; on en ajoute un autre à Philadelphie pour la même destination, et un autre pour Erie City, qui quitte le train à Harrisburg, un quatrième est ajouté à Pittsburg pour Cincinnati. Pour la partie du trajet qui doit se faire de jour, on attelle en outre des *drawing room cars* et des *hotel cars*. Le système d'attelage des wagons permet de détacher en route aux abords des stations ceux qui doivent changer de ligne ou qui deviennent inutiles avec la plus grande facilité sans arrêter les trains.

Classement des lignes sous le rapport de l'importance du mouvement des voyageurs. — Le document présenté au Congrès que nous avons cité plus haut divise les lignes, sous le rapport de l'importance du mouvement des voyageurs, en trois classes.

Sur les chemins de fer de la première classe, existent à la fois, en plus ou moins grand nombre, des trains s'arrêtant à toutes les stations, qui parcourent toute une ligne ou une partie seulement de cette ligne, et des trains directs s'arrêtant à quelques stations seulement. Les Compagnies ont en effet intérêt, dès que l'affluence des voyageurs est assez grande, à organiser pour les voyageurs à grandes distances des trains directs, qui, à égalité de vitesse de marche, coûtent moins cher que les trains à arrêts fréquents, et auxquels on peut donner par conséquent un certain excédent de vitesse sans accroissement de dépense.

La vitesse moyenne de ces trains est de 47 kilomètres à l'heure entre deux stations consécutives pour une vitesse moyenne de 41 kilomètres en comptant les arrêts et les ralentissements.

Les lignes de la deuxième classe ont seulement par jour deux trains à parcours entiers et des trains à court parcours partiel en plus ou moins grand nombre. La vitesse de marche y est en général de 44 kilomètres entre les stations pour une vitesse moyenne de 37 kilomètres y compris arrêts.

Les trains, s'y arrêtant en général à toutes les stations, n'en laissent jamais de côté qu'un petit nombre, parce qu'autrement les recettes seraient sensiblement diminuées. C'est le cas d'un grand nombre de lignes de l'ouest.

Enfin, sur ceux de la dernière classe, où se rangent un grand nombre de lignes du sud, il n'y a qu'un seul train s'arrêtant à toutes les stations, dont la vitesse entre stations ne dépasse pas en moyenne 40 kilomètres à l'heure et se réduit à 37 kilomètres arrêts

compris; la vitesse de ces trains descend jusqu'à 24 kilomètres à l'heure sur quelques lignes.

Vitesse des trains. — Les perfectionnements apportés dans ces derniers temps, tant à l'état de la voie, qu'aux moyens d'arrêter les trains et aux signaux, ont eu pour résultat de permettre un accroissement notable de vitesse, la dépense occasionnée aujourd'hui par un train marchant à une vitesse de 56 kilomètres à l'heure ne dépassant pas celle d'un train n'ayant qu'une vitesse de 40 kilomètres, il y a seulement quelques années, au dire de certains ingénieurs.

Toutefois, ainsi que nous l'avons déjà fait remarquer précédemment, ce n'est que sur les lignes à grande fréquentation de voyageurs et pour des parcours en définitive assez courts, que les Compagnies ont trouvé quelque intérêt à établir des trains de très grande vitesse. Nous citerons par exemple, sur le Pennsylvania R.R. la ligne de New-York à Philadelphie, où depuis 1879 il existe des trains franchissant en une heure cinquante minutes la distance de 143 kilomètres séparant West-Philadelphia de Jersey-City, avec deux arrêts, soit avec une vitesse de 76 kilomètres à l'heure.

Ces trains sont composés d'une machine pesant avec son tender 54 tonnes, d'un wagon de bagages pesant 20 tonnes, et de quatre voitures pesant avec leur chargement 100 tonnes, soit en tout 174 tonnes.

Sur le même réseau, depuis la même époque, des trains rapides qui comprennent jusqu'à 8 et 9 voitures franchissent en treize heures la distance de 715 kilomètres qui sépare New-York (Jersey-City) de Pittsburg avec trois arrêts seulement, séparés par des intervalles de 188, 213, 169 et 145 kilomètres, aux stations de Philadelphie, Harrisburg, et Altoona. Cela fait une vitesse moyenne de 55 kilomètres à l'heure.

A la station d'Altoona, une machine de renfort est attelée pour franchir les rampes de $0^m,018$ par mètre que l'on rencontre à la traversée des Alleghanies.

Entre Boston et Providence (Rhode-Island), le parcours, qui est de 71 kilomètres, est fait depuis plusieurs années par des trains rapides en une heure sans arrêt.

Sur le Baltimore Ohio R.R., la distance de 550 kilomètres entre Baltimore et Pittsburg par la ligne à faible pente de Connellsville est

franchie en 12 heures 10 minutes, soit avec une vitesse moyenne de 44 kilomètres à l'heure avec 11 arrêts ; la vitesse par heure des trains atteint sur le même réseau :

Entre Martinsburg et Baltimore, 52 kilomètres sur 183 kilomètres.

Entre Martinsburg et Washington, 65 kilomètres sur 119 kilomètres.

Entre Washington et la station de Relay, 88 kilomètres sur 49 kilomètres.

Nous avons réuni dans le tableau ci-après les vitesses de marche y compris arrêts, pour les trains express et les trains ordinaires, sur les principales lignes des États-Unis en l'année 1881. Ce tableau fait ressortir la décroissance de la vitesse des trains à mesure que l'on s'avance vers l'ouest ou vers le sud. De plus grandes vitesses dans les régions peu peuplées que l'on rencontre en s'avançant dans ces deux directions seraient aussi peu justifiées par les besoins des populations, que difficiles à réaliser vu l'état défectueux de la voie[1].

Sur les lignes du Pacifique, l'Union et le Central Pacific R.R. en particulier, le faible accroissement des voyageurs à grande distance, comparé à celui des voyageurs locaux, qui ont doublé en huit ans, montre qu'une augmentation de vitesse ne présente pas pour le moment d'intérêt bien sérieux sur ces lignes.

Nous avons déjà constaté toutefois qu'en 1876 un train d'essai avait parcouru en 83 heures et 27 minutes, c'est-à-dire avec une vitesse moyenne de 39 kilomètres à l'heure, la distance de 5340 kilomètres qui sépare New-York de San-Francisco ; mais on ne peut pas conclure d'un essai isolé à la possibilité d'une exploitation régulière dans les mêmes conditions de marche.

1. Comme points de comparaison, nous rappellerons que les plus grandes vitesses atteintes sur les lignes anglaises sont :

Pour les petites distances :

85 kilomètres à l'heure sur 124 kilomètres entre la gare de Paddington à Londres et Swindon junction sur le Great Western R^{y}.

81 kilomètres à l'heure sur 133 kilomètres sur le Scotch express (Great Northern).

Pour les grandes distances, elles sont parcourues entre :

Londres et Édimbourg, 637 kilomètres en 9 heures, soit 71 kilomètres à l'heure.

Londres et Holyhead, 425 kilomètres en 6^{h},35 minutes, soit 64 kilomètres à l'heure.

Londres et Exeter, 312 kilomètres en 4^{h},25, soit 73 kilomètres à l'heure.

En France, les trains les plus rapides, ceux de Paris à Bordeaux, font le trajet de 585 kilomètres entre ces deux villes en 9^{h},7, soit à raison de 65 kilomètres par heure

SERVICE DES VOYAGEURS

VITESSE DES TRAINS SUR CERTAINES LIGNES EN 1881, EN KILOMÈTRES A L'HEURE.

INDICATION DES LIGNES.	TRAINS DIRECTS.	TRAINS LOCAUX ORDINAIRES s'arrêtant à toutes les stations.	OBSERVATIONS.
Pennsylvania R.R. :			
Philadelphie à New-York	42 à 76	30	
Philadelphie à Pittsburg	45	23 à 27	Trajet de Philadelphie à Pittsburg (570^{k}) en 12^{h},35'.
Philadelphie à Erie	35 (mail train)	30	de Pittsburg à Chicago (755^{k}) en 14^{h},30'.
Pittsburg, Fort-Wayne et Chicago	40 à 52 (fast)	35	de Buffalo à Chicago (867^{k}) en 16^{h},10'.
Lake Shore and Michigan	54	38	de Sunbury à Erie (463^{k}) en 13^{h},15'.
New-York, Lake Erie et Western R.R.	44 à 50	26	de Jersey-City à Buffalo (679^{k}) en 14^{h}.
New-York Central et Hudson River R.R. : New-York, Albany	51	39	de New-York à Albany (238^{k}) en 4^{h},40'.
Baltimore et Ohio R.R. : Baltimore-Pittsburg-Chicago	44	32 à 33	de Baltimore à Pittsburg (550^{k}) en 12^{h},10', de Baltimore à Chicago (1357^{k}) en 31^{h} (43^{k} à l'heure).
Boston-Albany	49	37	de Boston à Albany (320^{k}) en 6^{h},30'.
Portland-Toronto (Grand trunk)	—	28	de Portland à Toronto (1014^{k}) en 34^{h},30'.
Pittsburg-Cleveland	40	31	de Cleveland à Pittsburg (241^{k}) en 6^{h}.
Atlantic-Great-Western	44	35	de Salamanca à Heavittsburg (265^{k}) en 4^{h},20'.
Pittsburg-Cincinnati	45	31	de Pittsburg à Cincinnati (504^{k}) en 11^{h},30'.
Indianopolis, Saint-Louis	47	32	d'Indianopolis à Saint-Louis (423^{k}) en 9^{h}.
Chicago, Milwaukee, Saint-Paul	40 à 45	32	
Chicago, Rock-Island, Pacific	35	—	de Chicago à Omaha (805^{k}) en 23^{h}.
Louisville-Nashville	38	22 à 37	de Louisville à Nashville (298^{k}) en 7^{h},50'.
Nouvelle-Orléans, Mobile	42	—	de Nouvelle-Orléans à Mobile (226^{k}) en 5^{h},15'.
Augusta, Atlanta	38	—	de Cairo à Nouvelle-Orléans (885^{k}) en 26^{h},15'.
Cairo, Nouvelle-Orléans	33	—	
Chicago et North Western	36	—	de Chicago à Omaha (792^{k}) en 22^{h}.
Kansas Pacific	36	—	de Kansas-City à Denver (1028^{k}) en 28^{h},45'.
Union Pacific	30	18 (mixtes)	d'Omaha à Ogden (1663^{k}) en 54^{h}.
Central Pacific	30 à 32	15 (mixtes)	d'Ogden à San-Francisco (1440^{k}) en 47^{h}.
Saint-Louis, Iron Mountain	32		
Virginia, Truckee (Nevada)	27	13 (mixtes)	de Virginia à Truckee (83^{k}) en 3^{h}.

Trains postaux. — Les trains dits postaux sont des trains express choisis en raison de leurs heures de départ et d'arrivée aux points extrêmes pour le transport des dépêches et contenant un ou plusieurs wagons-poste. La vitesse de ces trains varie généralement entre 37 et 56 kilomètres. L'importance du service postal est surtout grande sur les lignes qui aboutissent à New-York, qui expédie à lui seul par jour une moyenne de 30 tonnes de colis-postaux, soit 8 tonnes de plus que Paris. Il y a des lignes comme le Pennsylvania Central, le New-York Central, et le Lake Shore et Michigan, qui comptent jusqu'à trois et quatre trains postaux par jour, comprenant chacun de deux à trois wagons-poste, où le triage et la distribution se font en route, pour gagner du temps. On a même organisé à partir de septembre 1875 des trains postaux rapides dits *fast mail trains*, ne portant que des dépêches entre New-York et Chicago, et faisant le trajet entre ces deux villes, en passant par Buffalo, en 26 heures, soit à raison de 60 kilomètres par heure; un autre train partant de Toledo à l'arrivée du précédent et parcourant la ligne de Wabash permettait aux dépêches d'arriver de New-York à Saint-Louis en 33 heures et demie. Sur le Pennsylvania R.R. on avait introduit un autre train dit *limited mail*, parce qu'il n'admettait que de quatre à cinq voitures à voyageurs avec deux *postal cars* allant rejoindre le précédent à Saint-Louis.

Ces trains de grande vitesse affectés au service de la poste, bien que fort appréciés des commerçants, qui, pour des destinations éloignées, pouvaient gagner un jour entier pour leurs ordres d'expédition, ne paraissent pas avoir été continués, l'accord n'ayant pu s'établir entre les Compagnies et le Gouvernement fédéral pour la rémunération, calculée pour les trains postaux ordinaires d'après la vitesse, à un prix qui varie, par mètre courant mesuré sur la longueur du train et par kilomètre parcouru, entre $1^{c},7$ et $2^{c},1$, y compris la location de la voiture postale appartenant à la Compagnie.

Service des voyageurs dans les stations. — Nous avons déjà eu occasion de constater qu'il n'y avait pas, en général à proprement parler, de chefs de station ; que dans chaque station il n'y avait que des agents, préposés à des services différents, sans lien de subordination bien déterminé entre eux.

Dans les stations de dernier ordre, il n'y a qu'un seul employé,

s'occupant de la distribution des billets, de l'expédition et de la réception des bagages et des marchandises; cet employé est aussi chargé de la manipulation des appareils télégraphiques et des signaux, quand il y en a. Sa rémunération, qui souvent ne dépasse pas 1000 francs, suppose qu'il a d'autres occupations, ou qu'il considère ce poste comme un stage plutôt que comme un emploi définitif. Ce dernier cas se présente souvent sur le réseau du Pennsylvania, où beaucoup d'employés débutent par les fonctions d'agent dans une petite station.

Pour la petite gare de Rowlett, sur le Louisville-Nashville R.R., décrite t. I, pages 448 et 470, et qui encaisse par an environ 55 000 francs de recette, l'unique employé est payé annuellement 1030 francs.

Dans les stations un peu plus importantes, desservant par exemple des villes de 4 à 5000 habitants, on se contente de lui donner un seul aide.

Même dans les grandes villes, le nombre des employés des stations est toujours beaucoup plus restreint qu'en Europe. Nous nous contenterons de rappeler l'exemple déjà cité par M. Malézieux de la gare principale de Philadelphie sur le Pennsylvania R.R., où en 1870 on ne comptait, en dehors de deux agents généraux chargés de surveiller l'ensemble du service et du *train dispatcher*, que 30 employés en tout, savoir :

1 concierge	1
1 préposé aux billets avec 3 aides	4
1 préposé aux bagages avec 2 commis d'enregistrement et 4 facteurs	7
1 surveillant de jour et 3 de nuit	4
4 piétons pour les commissions	4
2 agents pour l'inspection du matériel et l'attelage des wagons	2
2 employés pour les signaux (jour et nuit)	2
2 équipages de jour et de nuit d'une machine de manœuvre	6
	30

Vente de billets et contrôle. — Un autre trait distinctif du service des voyageurs dans l'exploitation américaine, c'est à la fois la multiplicité des locaux où l'on peut se procurer des billets, et la simplicité du système d'enregistrement des bagages.

La distribution des billets ne se fait pas seulement comme chez nous dans les stations ; les voyageurs peuvent s'en procurer dans des bureaux établis sur plusieurs points de la ville, notamment dans les principaux hôtels, et y faire enregistrer leurs bagages par le

procédé expéditif du *checkage*, sur lequel nous reviendrons tout à l'heure. Le conducteur du train peut en outre délivrer des billets sur le train même aux voyageurs qui n'ont pas eu le temps de s'en munir ou qui sont montés à une station où l'on n'en distribue pas. On peut dire jusqu'à un certain point que c'est dans les stations qu'on prend le moins de billets.

Le conducteur est chargé d'une manière permanente sur le train du contrôle des billets, d'autant plus nécessaire sur les lignes américaines que les stations sont la plupart complètement ouvertes au public. Ce contrôle, dont l'efficacité repose sur la vigilance et la probité des conducteurs, en lesquelles les Compagnies ne paraissent avoir en général qu'une confiance très limitée, est considéré par elles comme insuffisant, à en juger par la pratique en vigueur sur un grand nombre de lignes de majorer les tarifs, quand ils sont perçus par les conducteurs, afin de pousser le public à se procurer les billets ailleurs que sur les trains. — Dans les grandes gares, on en est venu en outre à fermer par des barrières l'accès des trains, et à exiger des voyageurs la présentation de leurs billets avant d'y monter, tout en laissant le public circuler librement dans les salles d'attente et sur les parties des trottoirs qui ne donnent pas directement accès aux trains partants. Ces barrières et les employés qui y sont postés servent en même temps à empêcher les voyageurs de se tromper de direction.

Sur le chemin de fer aérien de New-York, où le contrôle en marche serait impossible à cause du rapprochement des stations, et où il y a un grand intérêt à accélérer la sortie, chaque voyageur est tenu de déposer dans une boîte en présence d'un employé, avant d'accéder sur la plate-forme de départ, le billet à tarif unique qu'il s'est fait délivrer au bureau placé à l'entrée de la station ou un coupon d'abonnement.

Signalons en passant, comme une extension du contrôle en marche dont la commodité est fort appréciée des voyageurs, le système de visite pratiqué par la douane à la frontière canadienne sur les trains qui franchissent cette frontière. Au lieu de faire descendre tous les voyageurs avec leurs colis pour les examiner dans une station, les employés de la douane montent dans le train, dont ils parcourent toutes les voitures, et procèdent à leur visite entre deux stations consécutives situées de part et d'autre de la frontière, en réduisant ainsi au minimum la gêne et la perte de temps

occasionnée aux voyageurs par la visite des bagages non enregistrés.

Enregistrement des bagages. — En ce qui concerne les bagages, on connait le procédé expéditif d'enregistrement particulier à l'Amérique (*checkage*), consistant à attacher au moyen d'une courroie sur le colis une plaque de cuivre portant un numéro d'ordre avec l'indication du lieu de destination, et à remettre au voyageur une plaque exactement semblable. Le voyageur en arrivant à sa destination n'a qu'à représenter cette plaque pour être remis en possession de son bagage. Avant l'arrivée aux stations d'une certaine importance, montent dans le train des agents de certaines Compagnies de transport dites *Express Companies*, qui se chargent, contre remise du chèque dont ils lui donnent reçu, de faire rendre à l'adresse qu'il indique ses bagages, sans qu'il ait aucunement à s'en occuper à son arrivée. Il peut ainsi, délivré de tout souci à ce sujet, se rendre immédiatement en ville par le tramway ou par une autre voie.

Nous n'avons pas besoin de faire ressortir combien l'emploi du chèque combiné avec le service des Compagnies d'express, simplifie pour les voyageurs la question des bagages, qui leur cause tant d'ennuis sur les lignes européennes ; il est regrettable que dans les grandes villes de France la visite des bagages à l'arrivée par les préposés de l'octroi ne permette pas de faire profiter les voyageurs des mêmes avantages. Cette visite ne ferait pas toutefois obstacle à l'organisation de Compagnies spéciales pour le transport des bagages à domicile, et il est à croire que si les tramways pénétraient à l'intérieur des gares d'arrivée, comme ils le font en Amérique, les voyageurs n'hésiteraient pas à se décharger sur ces Compagnies du soin de leurs bagages pour pouvoir se rendre plus rapidement et plus économiquement en ville[1].

Ajoutons que les Compagnies de chemins de fer pour faciliter le service du checkage, se montrent très larges pour ce qui est du poids du bagage admis en franchise[2] ; ce poids n'est pas de moins de 50

---

1. Le procédé du checkage a été introduit récemment sur certaines lignes aboutissant à Berlin.

2. M. Kirkman, dont nous avons précédemment cité l'ouvrage sur les trains et stations, est d'avis que la rapidité avec laquelle fonctionne le service de l'enregistrement des bagages en Amérique est due beaucoup plus à la suppression habituelle du pesage,

à 60 kilogrammes sur un grand nombre de lignes, et les excédents de bagage, comptés par chiffre indivisible de 100 livres ($45^k,3$), donnent lieu à une perception qui ne dépasse pas en général 12 fr. 50 pour une distance de 1000 kilomètres. Sur certaines lignes du Sud, on paye pour les excédents de bagage une fraction déterminée du tarif appliqué aux voyageurs, quelquefois 15 pour 100.

Certaines Compagnies délivrent pour les excédents de bagage un billet qui est attaché à la plaque métallique du chèque, et dont le voyageur reçoit un double qu'il rend contre la remise de son bagage. Ces deux billets sont envoyés plus tard pour vérification à l'agent vérificateur des comptes de la Compagnie (*auditor*).

Ne sont d'ailleurs admis à être considérés comme bagages que les colis ne contenant pas d'objets de valeur, les Compagnies ne voulant encourir aucune responsabilité extraordinaire en cas de perte de ces objets, lorsqu'ils sont transportés dans des trains de voyageurs [1].

Service des trains de marchandises.

Ce service, qui est le plus souvent beaucoup plus important que celui des voyageurs, est fait sur les lignes à grand trafic par des trains, en partie réguliers, en partie irréguliers ; lorsque le trafic est faible, ils n'ont plus aucune régularité. Sur l'ensemble des lignes, on compte que les trains irréguliers, dont le mouvement est réglé uniquement par le *train dispatcher* au moyen du télégraphe, transportent chaque année la moitié des marchandises expédiées par les chemins de fer. Le nombre très restreint des trains réguliers entre lesquels sont intercalés ces trains irréguliers, et la vitesse généralement très modérée de tous les trains, font que la sécurité de l'exploitation n'a pas trop à souffrir de cette organisation, malgré l'imperfection des signaux en usage sur la plupart des lignes.

---

qui ne se fait qu'exceptionnellement, qu'au checkage proprement dit, qui consiste à remplacer les bulletins sur papier par des plaques de métal, plus difficiles à fixer sur les colis et plus incommodes pour les voyageurs.

1. Le service des bagages a dans certaines gares une importance considérable, ainsi qu'on peut en juger par les chiffres suivants se rapportant à la gare de Pittsburg (Union depot). En un seul mois de l'année 1881, il a été dans cette gare expédié 37 417 colis et reçu 37 939, sans qu'aucun ait été égaré.

Comme les marchandises que les chemins de fer ont à transporter, à part de rares exceptions, ne sont pas de celles qui, en raison de leur grande valeur ou de leur facile détérioration, exigent un prompt transport, les Compagnies de chemins de fer n'ont à se préoccuper que de l'économie des transports, et elles doivent d'autant plus chercher à en abaisser le prix de revient par la réduction de la vitesse, qu'elles ont à lutter avec les voies navigables, les plus économiques de toutes.

Vitesse des trains. — Le principe qui prévaut partout est donc de réduire le plus possible la vitesse des trains de marchandises, qui ne dépasse pas en général de 16 à 23 kilomètres à l'heure en tenant compte des arrêts; il n'est guère fait d'exception à cette règle, que pour les trains transportant des bestiaux, qui, malgré les arrêts ménagés pour leur repos et leur nourriture, s'accommoderaient mal d'une trop grande lenteur. La vitesse moyenne de marche, y compris les arrêts, est portée pour ces trains à 27 et 32 kilomètres, ce qui correspond à une vitesse de 35 à 48 kilomètres entre les stations.

La grande irrégularité des trains et la faible vitesse de marche sont donc les traits caractéristiques de cette partie du service, qui sur les grandes lignes donne lieu à un grand nombre de trains spéciaux, rendus nécessaires par l'organisation de lignes de transit dites coopératives, ainsi que nous le verrons plus loin. A l'origine et pendant assez longtemps, les Compagnies, absorbées par le trafic local et désireuses de retenir sur leurs propres réseaux le faible matériel dont elles disposaient, imposaient aux marchandises dans les gares terminales de ces réseaux un transbordement qui en 1856 ne coûtait pas moins de 75 centimes par tonne[1]. La concurrence les a forcées depuis longtemps de renoncer à ce procédé barbare, et de se mettre d'accord pour transporter sans rompre charge les marchandises d'une extrémité à l'autre du territoire.

Indépendamment des trains de transit (*through trains*), il existe des trains particuliers pour diverses natures de marchandises. Sur la ligne principale du New-York Central R.R. entre Albany et

1. Voir le rapport du capitaine Douglas Galton sur les chemins de fer américains en 1857, et t. I, p. 432.

Buffalo, le tableau de la marche des trains pour la première partie de l'année 1879 prévoyait pour le service des marchandises :

1° — Dans la direction de l'Est :

4 trains de transit ;

1 train pour les marchandises locales ;

4 trains directs de bestiaux ;

1 train de bestiaux pour les diverses stations (*local stock train*) ;

1 train pour le transport de la viande abattue venant de Chicago ;

1 train pour le transport des fourrages ;

1 train pour les fourrages et le charbon ;

1 train pour les marchandises sujettes à se gâter facilement (*perishable freight train*).

Soit en tout 14 trains.

2° — Dans la direction opposée :

13 trains dont 3 de transit, affectés chacun à une ligne coopérative spéciale, 8 de transit sans affectation particulière, 1 train local de marchandises et 1 train spécial pour les fourrages et charbons.

La vitesse de tous ces trains était réglée uniformément à 23 kilomètres à l'heure, et leurs départs étaient en général espacés d'heure en heure.

La tendance générale sur toutes les lignes est vers la réduction du nombre des trains, rendue possible aujourd'hui par le renouvellement des voies en acier, et l'adoption de plus puissantes machines, qui permettent de remorquer des charges beaucoup plus considérables qu'autrefois.

Personnel des trains. — Le personnel des trains de marchandises se compose, en sus du mécanicien et du chauffeur, du conducteur et d'un nombre de gardes-freins qui dépend à la fois de la longueur des trains et des déclivités à parcourir. Sur certaines lignes comme le Baltimore et Ohio R.R., où il est prescrit au conducteur de se tenir à l'arrière du train, il n'y a le plus souvent qu'un garde-frein placé au centre du train ; sur le Pennsylvania R.R., il y a toujours au moins un garde-frein en queue, et un autre en tête.

On admet en général sur cette ligne, comme sur les autres grandes lignes des États de l'Est, qu'il faut au moins un garde-frein par dix wagons chargés. Ces agents, ainsi que nous l'avons vu précédemment, n'occupent pas d'ailleurs un poste fixe pendant la marche

des trains, étant tenus de circuler sur le toit des wagons pour serrer de proche en proche les freins des wagons qui sont tous munis de cet appareil ; ce sont eux qui aiguillent en outre les trains sur les voies de service dans les gares, font le service des signaux sur les trains, donnent la main pour charger ou décharger les marchandises : ils forment en quelque sorte l'équipage du train sous la direction du conducteur qui en est le capitaine.

Service dans les gares. — Le personnel du train accompagne le train même dans les manœuvres de gare, plus lentes en général que dans les grandes gares de marchandises européennes, par ce double motif que les voies ne communiquent entre elles dans beaucoup de gares que par les extrémités, et que le plus souvent les manœuvres n'y sont pas commandées par un système général d'aiguilles et de signaux enclenchés placés sous une direction unique, de manière à y assurer complètement la sécurité des mouvements.

Les gardes-freins sont chargés de faire, avec les bras ou avec une lanterne, les signaux nécessités par les mouvements d'avancement, de recul et d'arrêt, qu'un agent spécial, le *yard dispatcher*, dirige par des ordres verbaux, pendant que le son de la cloche des locomotives avertit de leurs mouvements le personnel engagé sur les différentes voies. Afin d'épargner au personnel des trains les allées et venues continuelles qu'entraîne la manœuvre des aiguilles dans les mouvements de gare, on a installé dans certaines stations, à l'instar de ce qui se fait dans quelques gares européennes, à l'avant et à l'arrière de petites machines pilotes (*monitor shunting engines*), un marchepied très bas sur lequel se tiennent les hommes d'équipe qui sont ainsi transportés d'une aiguille à l'autre.

On comprend qu'avec une organisation aussi défectueuse, l'utilisation des gares, où nous avons déjà constaté d'ailleurs l'absence des appareils de transbordement qui en sont considérés en Europe comme le complément indispensable, laisse beaucoup à désirer, et qu'elle n'est guère comparable à celle des grandes gares, soit françaises, soit surtout anglaises.

Par contre, il y a lieu de remarquer, que grâce à la facilité avec laquelle les établissements industriels obtiennent des embranchements particuliers, les manœuvres de gare se réduisent le plus souvent à accrocher ou à décrocher dans chaque train des wagons qui ont été chargés ou déchargés en dehors des gares. Il en résulte

que les gares de marchandises n'ont pas besoin d'être aussi spacieuses qu'elles devraient l'être, si toutes les opérations de chargement et de déchargement devaient s'y accomplir[1].

L'emploi des wagons couverts (*box cars*), beaucoup plus fréquent sur les lignes américaines que sur les lignes européennes, constitue d'autre part un sérieux obstacle à la célérité des opérations de transbordement.

L'infériorité de l'exploitation américaine au point de vue de ces opérations est admise par les ingénieurs américains. Dans une publication récente sur les accidents de chemins de fer, M. Ch. Francis Adams, comparant l'une des plus grandes stations de Boston, celle du chemin de fer de Boston à Providence, à la station de Cannon street à Londres, constate que cette dernière dessert un mouvement neuf fois plus fort à égalité de développement de quais et avec une longueur de voies moindre des trois cinquièmes.

Il faut reconnaître enfin, que, s'il est possible d'accélérer, comme on ne manquera certainement pas de le faire sous la pression du trafic, les manœuvres dans les gares par une meilleure organisation du service des aiguilles et des signaux, la grande longueur des wagons qui exclut l'emploi des plaques tournantes, les rendra toujours beaucoup moins maniables que les nôtres, et condamnera

1. Les chiffres suivants peuvent donner une idée de la superficie de quelques gares de marchandises :

NOM DE LA VILLE.	NOM DE LA COMPAGNIE.	SUPERFICIE occupée par la gare.
New-York	New-York Central et Hudson River	20 hect.
Jersey-City	Pennsylvania	37,6 »
id.	New-York, Lake Erie et Western	29 »
Boston	Boston et Albany	37 »
	non compris la gare maritime ayant une superficie de	11,2 »

A Philadelphie, l'ensemble des deux gares de voyageurs et de marchandises de West Philadelphia occupe 42 hectares environ. Les voies ferrées y ont un développement total de 75 kilomètres. Cette station dessert un mouvement journalier de 276 trains tant partants qu'arrivants, dont 131 trains de voyageurs et 145 de marchandises.

A Pittsburg, où convergent 5 lignes de chemins de fer, la gare (Union depot), beaucoup plus resserrée, n'occupe que 11 hectares environ, et offre un développement de voies de 53 kilomètres pour un mouvement journalier de 295 trains, dont 158 de voyageurs et 137 de marchandises.

forcément toutes leurs évolutions à demander plus de temps et plus de place.

Leurs grandes dimensions rendent en outre les wagons américains plus propres au transit qu'au trafic local qui multiplie pour eux les chances de charges incomplètes.

L'importance des manœuvres de gares est accusée sur les réseaux où l'on tient note séparément du parcours des machines sur les voies de service dans les gares et sur les voies courantes par la forte proportion du premier parcours par rapport au parcours total. Sur les réseaux de l'Erie et du Louisville-Nashville elle n'est pas de moins de 20 pour 100; sur le Central Pacific R.R., où les parcours entre stations sont plus considérables, il est encore de 12 pour 100.

Signalons, en terminant, comme autres traits de l'exploitation américaine dans les gares :

1° L'emploi de prolonges et de timons avec lesquels les machines de gare peuvent, en tirant ou poussant les wagons placés sur une voie parallèle, simplifier les manœuvres de composition et de décomposition des trains.

2° L'usage de l'aiguille volante (*flying switch*) pour accélérer ces manœuvres, principalement dans les stations terminales où les trains, à peine arrivés en gare, doivent se reformer rapidement[1].

3° L'accrochement des wagons opéré avec l'aide du bâton formant la hampe du drapeau qui sert aux signaux, pour éviter aux hommes d'équipe d'avoir à s'engager entre les wagons.

Disons toutefois, que, bien que les règlements en prescrivent l'usage, et que le système d'attelage central appliqué en Amérique présente moins de danger que le système d'attelage européen, la négligence que le personnel met à s'en servir cause encore bien des accidents.

Parcours des wagons. — On a pu juger, au chapitre de la traction, de la bonne utilisation des machines, qui fournissent des parcours généralement bien supérieurs à ceux des locomotives européennes. Celle du reste du matériel de transport n'est pas moins satisfaisante malgré le caractère intermittent du mouvement des marchandises, qui sur beaucoup de lignes se concentre dans l'espace

1. Cette manœuvre a été décrite t. I, p. 458.

de quelques mois. L'activité de l'exploitation aidée de l'usage du télégraphe supplée alors à l'insuffisance du matériel.

Quant au service des voyageurs, qui est moins sujet à subir de ces coups de feu, il comporte sur la plupart des lignes fort peu de chômages, le nombre de voyageurs étant généralement très restreint, et les mêmes wagons formant pour ainsi dire indéfiniment le même train.

Malgré la grande capacité des voitures à voyageurs, la proportion de places occupées dans chaque voiture peut être considérée encore comme assez bonne sur beaucoup de lignes à faible trafic, ce qui s'explique par le nombre très réduit des trains.

Pour un total de 114 compagnies énumérées dans le rapport présenté par la commission spéciale pour les transports postaux au Congrès en 1877, la moyenne du nombre de voyageurs par voiture serait de dix environ, soit de 20 pour 100 de la capacité utile des voitures. Elle s'élève jusqu'à 30 pour 100 sur certaines lignes des États de l'Est comme le New-York Central, le Boston et Albany et le New-York, New-Haven et Hartford, et s'abaisse au-dessous de 10 pour 100 pour certaines lignes du Sud, comme le Richmond et Danville, et le Mobile et Montgomery.

Dans l'État de Massachusetts, dont les lignes de chemins de fer ont surtout une grande importance au point de vue du trafic local, on estime que chaque train de voyageurs composé de 5 à 6 voitures porte en moyenne 60 voyageurs avec un poids mort de 125 tonnes y compris machine et tender; il en résulte un poids mort de deux tonnes environ par voyageur.

Sur les mêmes lignes, la charge moyenne d'un train de marchandises est de 70 tonnes pour un poids total de train de 220 tonnes, soit un peu plus de trois tonnes de poids mort par tonne de marchandises.

Ces rapports varient d'ailleurs assez notablement, ainsi qu'on peut en juger par le tableau ci-après, qui donne en même temps le parcours moyen des wagons sur huit lignes importantes choisies dans les différents groupes d'États :

NOMS DES LIGNES.	SERVICE DES VOYAGEURS.							SERVICE DES MARCHANDISES.						
	PARCOURS TOTAL DES VOITURES en kilomètres.	NOMBRE DE VOITURES.	PARCOURS MOYEN DES VOITURES.	NOMBRE DE VOYAGEURS par train.	NOMBRE DE VOYAGEURS par voiture.	PROPORTION DE PLACES utilisée.	POIDS MORT PAR VOYAGEUR.	PARCOURS TOTAL DES WAGONS.	NOMBRE DE WAGONS.	PARCOURS MOYEN DES WAGONS.	NOMBRE DE TONNES de marchandises par train.	NOMBRE DE TONNES de marchandises par wagon.	RAPPORT DU POIDS UTILE à la capacité utile maxima.	POIDS MORT par tonne utile transportée.
			kilom.			p. °/.	ton.			kilom.			p. °/.	
Ligne principale du Pennsylvania R.R.	31,640,203	724	43,631	42	10,5	20	3,1	5,108,723,000	15,818	32,130	172	6,7	33	3,8
Philadelphia et Érié	2,526,000	57	27,520	32	10,0	20	4,1	11,478,534	2,970	48,260	228	7,1	35	3,2
Pittsburg, Fort-Wayne et Chicago	9,453,276	153	61,660	52	13.7	27	4,3	178,840,000	7,594	23,500	121	8,1	40	1,8
Lake-Shore et Michigan Southern	14,116,705	248	56,920	63	19,0	40	4,3	323,948,000	9,880	32,800	231	8,0	40	2,6
Atlantic et Great-Western	8,581,300	80	107,200	36	13,0	26	4,5	108,876,000	2,480	43,900	91	6,4	32	2,2
Louisville-Nashville	11,622,872	196	58,612	36	9,7	19	4,5	75,199,880	3,993	18,790	113	6,8	34	2,8
Wabash	16,324,208	68	23,989	43	7,3	—	—	115,435,000	4,042	18,540	212	8,0	40	—
Pittsburg, Cincinnati et Saint-Louis	34.278,510	43	79,700	45	13,5	—	—	648,830,000	2,170	29,900	78	7,8	39	—

CHAPITRE XXII

ACCIDENTS

A voir les conditions fort imparfaites dans lesquelles s'exploitent les nouvelles lignes, souvent improvisées à la hâte, des États-Unis et du Canada, il est difficile de se défendre de l'impression que les accidents doivent y être beaucoup plus fréquents qu'en Europe. Certains publicistes américains ont même prétendu qu'il périssait annuellement plus de personnes sur les chemins de fer et les bateaux à vapeur dans un seul des grands États de l'Union que dans tous les États européens réunis. Le fait que les grands journaux de New-York ont presque tous les jours à enregistrer des accidents survenus sur quelques points de l'immense territoire des États-Unis, en faisant croire qu'ils sont plus nombreux que dans d'autres pays où ils sont relevés avec moins d'empressement par la presse, ne conduit que trop facilement le public à des appréciations inexactes à ce sujet.

Accidents par imprudence. — Il importe tout d'abord d'établir une distinction entre les accidents dus à l'imprudence des victimes et les accidents survenus aux trains proprement dits. En raison de la grande liberté qu'on a de circuler, soit sur la voie, soit sur les trains, et de la répugnance que professent les Américains pour une foule de sujétions auxquelles le public sur le continent européen se soumet aisément, dès qu'elles ont pour objet sa sécurité, il n'y a pas lieu de s'étonner que la première catégorie d'accidents soit très nombreuse.

Dans les rapports produits par les commissions des chemins de fer pour les États de Massachusetts, New-York, Pennsylvanie et

Illinois en 1875-1876, on trouve les accidents répartis ainsi qu'il suit :

DÉSIGNATION.		NEW-YORK		MASSACHUSETTS.		PENNSYLVANIE.		ILLINOIS.	
Voyageurs.........	tués......	16	114	12	36	21	81	8	76
	blessés....	98		24		60		68	
Employés..........	tués......	119	146	27	84	200	863	102	364
	blessés....	27		57		663		262	
Autres personnes...	tuées.....	195	340	82	122	289	597	163	330
	blessées...	145		40		308		167	
Totaux.........	tués......	320	580	121	242	510	1541	273	770
	blessés....	260		121		1031		497	

On voit que les accidents ayant occasionné la mort sont moins nombreux dans chacun de ces quatre États pour l'ensemble des voyageurs et des employés que pour les autres personnes, généralement atteintes, soit en circulant le long de la voie, soit en la traversant. Bien que ces accidents aient eu généralement pour cause l'imprudence des victimes et que l'on ne puisse en faire porter la responsabilité sur les compagnies, leur fréquence n'en démontre pas moins l'insuffisance des moyens adoptés pour assurer la sécurité des passages à niveau (t. 1, p. 358). Sur les 242 personnes autres que les voyageurs et les employés victimes d'accidents sur les chemins de fer du Massachusetts, on en a compté 91 atteintes gisant ou circulant sur la voie.

Il semble que la voie ferrée soit le lieu préféré pour les promenades, pour les suicides, pour les jeux des enfants, pour le sommeil des ivrognes. On a vu des promeneurs, qu'on avait empêchés de la suivre, se venger en mettant de nuit des obstacles pour faire dérailler les trains.

Pour compléter la liste des accidents par imprudence, il y aurait lieu de tenir compte des voyageurs et des employés tués ou blessés, soit en passant d'un wagon à un autre, soit en descendant des trains en marche, soit en général par suite d'un manque quelconque de précaution. La part de ces accidents est encore très large. Sur 36 accidents survenus aux voyageurs dans le Massachusetts en 1875, il n'y en aurait pas moins de 30 dus à l'imprudence, et sur les 84 employés tués ou blessés dans le même État, 9 seulement ont été victimes d'accidents de trains; 5 garde-freins ont été tués notam-

ment en se heurtant contre des ponts supérieurs trop bas, bien que des tringles flexibles fussent suspendues en avant de ces ouvrages pour les forcer à se baisser; ces tringles ont été arrachées par les employés eux-mêmes, qui ont mieux aimé courir le risque d'être mortellement atteints que de subir le choc inoffensif des tringles.

Accidents de trains proprement dits. — Si maintenant on vient à considérer les accidents de trains proprement dits, qui sont de beaucoup les moins fréquents, il y a lieu de distinguer les accidents communs, de gravité restreinte, de ceux qui ont plus ou moins le caractère de véritables catastrophes par le grand nombre des victimes et les circonstances dramatiques dont ils ont été entourés. Le mode de construction des voitures américaines et leur système de chauffage donnent à l'une et à l'autre catégorie d'accidents une physionomie particulière.

Tandis, par exemple, qu'en cas de déraillement ou de collision l'arrêt brusque de la partie antérieure du train a pour effet le plus souvent chez nous de projeter les wagons, après rupture des attelages, dans des directions plus ou moins divergentes les uns contre les autres, les wagons américains, en raison tant de leur système d'attelage central, que de leur grande longueur et de leur masse plus considérable, tendent à pénétrer les uns dans les autres en continuant à suivre la même direction: ils s'emboîtent alors comme les tubes d'une lunette (*telescoping*).

D'autre part, les trucks qui portent les caisses des wagons n'étant pas solidement reliés à celles-ci, il s'ensuit que le soulèvement des wagons produit par un obstacle ou une cause quelconque entraîne leur séparation des trucks; il est arrivé à diverses reprises qu'un nombre plus ou moins grand de wagons, transformés à la suite d'un accident en traîneaux, ont parcouru ainsi d'assez grandes distances.

Le chauffage des voitures au moyen de poêles a singulièrement contribué en maintes circonstances à aggraver les conséquences des accidents et à en faire d'épouvantables catastrophes. C'est ainsi par exemple que le déraillement d'un train à Angola, sur la ligne du Lake Shore et Michigan Southern R.R. le 18 décembre 1867, a occasionné la mort de 42 personnes, la plupart brûlées; que sur la même ligne, lors de la chute du pont d'Ashtabula en décembre 1876 (t. I, p. 155) au passage d'un train contenant 170 voyageurs, il y a

eu par suite de l'incendie, qui a suivi cette chute, plus de 80 victimes, sans parler d'autres accidents comme ceux des 24 décembre 1872 et 19 avril 1873, à Prospect et à Richmond près Boston, où l'incendie des voitures a eu sur une moindre échelle des conséquences analogues[1].

Quant aux causes des accidents, il va de soi qu'il faut surtout les chercher dans le mauvais état de la voie, le défaut de surveillance, l'imperfection des signaux, et l'absence encore assez fréquente de communications télégraphiques entre les stations, absence qualifiée de négligence criminelle par M. Ch. Francis Adams dans son opuscule récent sur les accidents de chemins de fer (*Railway accidents*, 1880).

Nous avons vu précédemment, qu'en l'absence de ces communications télégraphiques, le personnel des trains n'avait guère pour se guider que son expérience et ses inspirations personnelles, lorsqu'une irrégularité se produit dans la marche des trains; la fréquence des irrégularités qu'entraîne sur la plupart des lignes l'augmentation du mouvement des marchandises à certaines époques de l'année, et notamment pendant l'hiver, fait plus que compenser, au point de vue des chances d'accident, les effets de la limitation de la vitesse, généralement restreinte comme on le sait.

Diminution progressive du nombre des accidents. — Les exigences toujours croissantes du trafic, et la pression exercée sur les compagnies par l'opinion publique, vivement émue à la suite de plusieurs accidents où l'incurie de celles-ci avait joué un rôle manifeste, ont forcé toutefois dans ces dernières années les administrations de chemins de fer à se préoccuper des moyens de les prévenir, et, à défaut de l'intervention du gouvernement fédéral ou local pour les leur imposer, la considération de leur propre intérêt leur a fait accueillir avec empressement les diverses inventions ayant pour objet d'accroître la sécurité de l'exploitation. On peut dire, en définitive, que si nulle part plus qu'en Amérique l'absence de contrôle n'a favorisé à cet égard la négligence des compagnies dans le principe, il n'est pas, par contre, de pays où l'impression causée par les accidents ait été plus efficace pour provoquer la recherche des moyens propres à les empêcher.

Les divers systèmes, soit de freins continus et d'attelages perfectionnés, soit de signaux électriques automatiques en sont la preuve.

1. Ainsi que nous l'avons dit page 26, des dispositions spéciales sont prises maintenant pour que le feu des poêles s'éteigne par le fait des collisions.

A eux seuls, les freins à air comprimé, qui ont permis de réduire la distance d'arrêt pour un train lancé à la vitesse de 75 kilomètres à l'heure, de 800 mètres, nécessaires, quand on ne se servait que des freins à main, à 150 mètres, ont fait réaliser un immense progrès, et s'ils n'ont pas toujours suffi pour prévenir les accidents, ainsi que le prouvent des exemples récents, ils en ont considérablement atténué le nombre et la gravité.

De son côté l'attelage Miller, en plaçant les points de contact de deux voitures consécutives dans le plan correspondant à la plus grande résistance de leur ossature, et en diminuant par sa rigidité relative le mouvement de lacet, n'a pas peu contribué à prévenir les effets d'écrasement par emboîtement, si fréquents autrefois, et à diminuer la gravité des accidents, ainsi que le démontrent plusieurs exemples mentionnés dans l'ouvrage précité de M. Ch. Adams.

Enfin l'emploi de signaux électriques, placés aux points de croisement des lignes, ou commandant les mouvements des ponts tournants, tend à rendre de jour en jour plus rares les accidents autrefois très nombreux à ces passages. Pour les ponts tournants en particulier, le nombre d'accidents dus à leur ouverture intempestive ne s'était pas élevé à moins de 21 pour une période de cinq ans, de 1873 à 1878.

Il est certains États, comme celui du Massachusetts, où l'on n'a relevé en 1877 que neuf accidents de voyageurs, dont aucun n'a occasionné la mort, et dans une période de sept années finissant en 1877, un seul accident pour 1 400 000 personnes transportées, tandis que dans la même période on comptait en Angleterre un accident pour 524 000 voyageurs. Il est vrai de dire que les trajets sont beaucoup plus longs en Angleterre, qu'ils ne peuvent l'être dans le Massachusetts. En prenant les 19 dernières années, on a trouvé que, défalcation faite des accidents par imprudence, au nombre de 255 sur un total de 269, il y avait un voyageur tué par près de 300 millions de kilomètres parcourus.

Nous avons déjà eu occasion de constater, page 168, que l'État de Massachusetts est un de ceux où l'introduction du frein Westinghouse s'est faite sur la plus grande échelle.

Dans l'État de New-York, d'après le rapport de l'ingénieur chargé du contrôle des chemins de fer pour 1877, il y aurait lieu de compter un voyageur tué pour 236 millions de kilomètres parcourus, et un voyageur tué ou blessé pour 301 millions de kilomètres de parcours. L'immunité contre les accidents, moindre que dans le

eu par suite de l'incendie, qui a suivi cette chute, plus de 80 victimes, sans parler d'autres accidents comme ceux des 24 décembre 1872 et 19 avril 1873, à Prospect et à Richmond près Boston, où l'incendie des voitures a eu sur une moindre échelle des conséquences analogues[1].

Quant aux causes des accidents, il va de soi qu'il faut surtout les chercher dans le mauvais état de la voie, le défaut de surveillance, l'imperfection des signaux, et l'absence encore assez fréquente de communications télégraphiques entre les stations, absence qualifiée de négligence criminelle par M. Ch. Francis Adams dans son opuscule récent sur les accidents de chemins de fer (*Railway accidents*, 1880).

Nous avons vu précédemment, qu'en l'absence de ces communications télégraphiques, le personnel des trains n'avait guère pour se guider que son expérience et ses inspirations personnelles, lorsqu'une irrégularité se produit dans la marche des trains; la fréquence des irrégularités qu'entraîne sur la plupart des lignes l'augmentation du mouvement des marchandises à certaines époques de l'année, et notamment pendant l'hiver, fait plus que compenser, au point de vue des chances d'accident, les effets de la limitation de la vitesse, généralement restreinte comme on le sait.

Diminution progressive du nombre des accidents. — Les exigences toujours croissantes du trafic, et la pression exercée sur les compagnies par l'opinion publique, vivement émue à la suite de plusieurs accidents où l'incurie de celles-ci avait joué un rôle manifeste, ont forcé toutefois dans ces dernières années les administrations de chemins de fer à se préoccuper des moyens de les prévenir, et, à défaut de l'intervention du gouvernement fédéral ou local pour les leur imposer, la considération de leur propre intérêt leur a fait accueillir avec empressement les diverses inventions ayant pour objet d'accroître la sécurité de l'exploitation. On peut dire, en définitive, que si nulle part plus qu'en Amérique l'absence de contrôle n'a favorisé à cet égard la négligence des compagnies dans le principe, il n'est pas, par contre, de pays où l'impression causée par les accidents ait été plus efficace pour provoquer la recherche des moyens propres à les empêcher.

Les divers systèmes, soit de freins continus et d'attelages perfectionnés, soit de signaux électriques automatiques en sont la preuve.

---

1. Ainsi que nous l'avons dit page 26, des dispositions spéciales sont prises maintenant pour que le feu des poêles s'éteigne par le fait des collisions.

A eux seuls, les freins à air comprimé, qui ont permis de réduire la distance d'arrêt pour un train lancé à la vitesse de 75 kilomètres à l'heure, de 800 mètres, nécessaires, quand on ne se servait que des freins à main, à 150 mètres, ont fait réaliser un immense progrès, et s'ils n'ont pas toujours suffi pour prévenir les accidents, ainsi que le prouvent des exemples récents, ils en ont considérablement atténué le nombre et la gravité.

De son côté l'attelage Miller, en plaçant les points de contact de deux voitures consécutives dans le plan correspondant à la plus grande résistance de leur ossature, et en diminuant par sa rigidité relative le mouvement de lacet, n'a pas peu contribué à prévenir les effets d'écrasement par emboitement, si fréquents autrefois, et à diminuer la gravité des accidents, ainsi que le démontrent plusieurs exemples mentionnés dans l'ouvrage précité de M. Ch. Adams.

Enfin l'emploi de signaux électriques, placés aux points de croisement des lignes, ou commandant les mouvements des ponts tournants, tend à rendre de jour en jour plus rares les accidents autrefois très nombreux à ces passages. Pour les ponts tournants en particulier, le nombre d'accidents dus à leur ouverture intempestive ne s'était pas élevé à moins de 21 pour une période de cinq ans, de 1873 à 1878.

Il est certains États, comme celui du Massachusetts, où l'on n'a relevé en 1877 que neuf accidents de voyageurs, dont aucun n'a occasionné la mort, et dans une période de sept années finissant en 1877, un seul accident pour 1 400 000 personnes transportées, tandis que dans la même période on comptait en Angleterre un accident pour 524 000 voyageurs. Il est vrai de dire que les trajets sont beaucoup plus longs en Angleterre, qu'ils ne peuvent l'être dans le Massachusetts. En prenant les 19 dernières années, on a trouvé que, défalcation faite des accidents par imprudence, au nombre de 255 sur un total de 269, il y avait un voyageur tué par près de 300 millions de kilomètres parcourus.

Nous avons déjà eu occasion de constater, page 168, que l'État de Massachusetts est un de ceux où l'introduction du frein Westinghouse s'est faite sur la plus grande échelle.

Dans l'État de New-York, d'après le rapport de l'ingénieur chargé du contrôle des chemins de fer pour 1877, il y aurait lieu de compter un voyageur tué pour 236 millions de kilomètres parcourus, et un voyageur tué ou blessé pour 301 millions de kilomètres de parcours. L'immunité contre les accidents, moindre que dans le

Massachusetts, serait encore très satisfaisante, eu égard à la grande fréquentation des lignes de chemins de fer dans l'État de New-York.

Sur le chemin de fer de l'Érié, l'une des lignes les plus importantes de cet État, pendant l'année 1876, où l'Exposition de Philadelphie avait déterminé, comme sur les autres lignes aboutissant à New-York et à Philadelphie, une grande affluence de voyageurs, il n'y a pas eu, pendant toute la durée de l'Exposition, un seul accident, bien que le nombre des voyageurs transportés ait atteint dans une période de six mois 3 millions.

Pour l'ensemble des accidents de trains sur toutes les lignes américaines, la *Rail Road Gazette* donne les chiffres suivants pour la période 1873-1879 :

NOMBRE ET IMPORTANCE DES ACCIDENTS.

DÉSIGNATION.	ANNÉES D'EXERCICE						
	1873.	1874.	1875.	1876.	1877.	1878.	1879.
Nombre d'accidents	1283	980	1201	982	891	740	910
Voyageurs tués	276	204	234	328	214	204	185
Voyageurs blessés	1172	778	1107	1097	1047	756	709
Voyageurs tués ou blessés	1448	982	1341	1425	1261	960	894
MOYENNES PAR ACCIDENT.							
Voyageurs tués	0,215	0,209	0,195	0,334	0,240	0,275	0,203
Voyageurs blessés	0,914	0,800	0,923	1,117	1,180	1,216	0,779
	1,129	1,009	1,118	1,451	1,420	1,491	0,982

En laissant de côté l'année 1876, où le terrible accident du pont d'Ashtabula compte à lui seul pour 80 personnes tuées, le nombre des accidents et celui de leurs victimes sont en voie de diminution sensible, malgré l'augmentation progressive du nombre de kilomètres exploités et de celui des voyageurs transportés ; la diminution est surtout considérable pour les accidents ayant eu une issue fatale. La gravité des accidents, mesurée par le nombre des victimes, décroît moins vite; l'accroissement de la vitesse de marche des trains de voyageurs suffit pour l'expliquer.

Classification des accidents. — Les accidents de trains sont pour les sept dernières années dont il s'agit classés ainsi qu'il suit par le journal précité :

CLASSIFICATION DES ACCIDENTS.

CAUSES DES ACCIDENTS.	1873.	1874.	1875.	1876.	1877.	1878.	1879.
COLLISIONS.							
Par trains marchant dans le même sens	187	131	141	159	159	142	206
» » en sens contraire	102	87	104	94	96	70	86
Par suite de traversées de voies	31	19	18	15	13	7	17
Par causes inconnues	72	23	15	—	—	1	
	392	260	278	268	268	220	310
DÉRAILLEMENTS.							
1° Inexpliqués	315	218	222	185	177	175	192
2° Ayant pour cause :							
Érosion de la plate-forme	30	10	44	40	17	36	11
Submersion de la voie	2	—	—	—	—	—	—
Éboulement	—	—	—	9	—	4	7
Neige ou glace sur la voie	9	13	36	16	25	13	22
Obstruction accidentelle	44	51	37	36	22	26	24
Obstruction par malveillance	—	22	21	—	—	15	11
Mauvais état de la voie	7	13	2	4	—	—	—
Chute de pont ou d'estacade	19	33	26	20	21	21	17
Pont tournant ouvert	4	6	2	3	4	4	2
Renversement par le vent	—	—	7	2	2	1	3
Bestiaux sur la voie	54	45	51	46	43	30	35
Homme écrasé	2	—	—	—	—	—	—
Rupture de rails	111	42	107	50	46	17	56
Rails mal assujettis	13	16	40	43	41	29	19
Rails enlevés ou déplacés	16	7	8	7	7	5	4
Éclisses rompues ou défectueuses	3	5	10	1	2	2	—
Aiguilles mal faites	72	69	81	89	70	48	80
Aiguilles cassées ou défectueuses	14	20	23	7	8	3	2
Aiguille volante	—	—	4	2	—	—	—
Rupture d'essieux	21	20	39	38	43	18	30
Rupture de roues	26	20	33	22	12	6	21
Décalage de roues	2	—	2	3	1	—	2
Rupture de trucks	7	8	15	10	8	13	11
Rupture d'attelages	8	7	3	1	1	4	2
Wagon brisé	—	—	3	2	1	1	—
Machine emportée	6	1	3	—	1	2	1
Machine traversant des voies d'évitement	3	3	2	6	3	6	3
Chute de sabot de frein ou de tige de frein	9	4	—	—	—	—	—
Wagon surchargé	—	3	—	1	—	—	—
Arrêt ou départ trop brusque	—	3	—	—	—	—	—
ACCIDENTS SANS COLLISION NI DÉRAILLEMENTS.							
Explosion de chaudières ou de cylindres	19	18	29	22	15	12	18
» du réservoir de vapeur	—	2	—	—	—	—	—
Rupture du tampon obturateur	—	2	—	—	—	—	—
Défoncement du foyer	—	4	1	—	3	—	1
Rupture de bielle	—	8	14	7	13	11	15
» d'essieux	—	—	13	2	1	—	1
» de bandage	—	—	9	—	1	—	3
» de bouton de manivelle	—	—	2	—	1	—	1
Wagons incendiés en route	2	16	10	—	7	13	4
Autres avaries du matériel roulant	19	10	5	4	—	—	1
Chute de pont ou d'estacade	—	2	—	—	—	—	—
Chute de blocs de rochers sur les trains	2	2	—	—	1	—	—
Obstruction accidentelle	11	—	—	—	—	—	—
» par malveillance	3	—	—	1	—	1	—
Causes inconnues	9	2	—	—	—	—	—
RÉCAPITULATION.							
Collisions	392	260	278	279	268	220	310
Déraillements	815	654	840	655	581	481	557
Autres accidents	76	66	83	48	42	39	43
	1283	980	1201	982	891	740	910
Nombre moyen d'accidents par jour	3,51	2,68	3,29	2,69	2,44	2,03	2,49

Classés d'après leurs causes les plus générales, les accidents se répartissent ainsi qu'il suit :

CAUSES DES ACCIDENTS.	1873.	1874.	1875.	1876.	1877.	1878.	1879.
Obstructions de la voie	111	109	142	107	113	110	99
Défauts de la voie	200	146	261	165	137	72	94
Défauts du matériel roulant	73	63	101	76	67	42	64
Négligence ou malveillance	96	107	114	119	97	82	101

Sans attacher une trop grande importance aux chiffres ci-dessus, et tout en reconnaissant que le nombre d'accidents constatés pendant un certain nombre d'années ne saurait être pris comme mesure exacte de la sécurité, on peut toutefois en conclure que, tandis que le matériel roulant joue un rôle relativement peu important dans les accidents, l'état de la voie y a la part principale, accusée déjà, dans la récapitulation précédente, par la forte proportion des accidents causés par les déraillements, dont la décroissance progressive doit être surtout attribuée à l'amélioration de la voie.

Pendant l'hiver, le mauvais état de la voie souvent obstruée par la neige et par les glaces, augmente notablement les chances d'accident en cette saison où les ruptures de rails se produisent beaucoup plus fréquemment, et il suffit d'un hiver rigoureux coïncidant avec un fort mouvement de marchandises, pour que l'année correspondante en soit beaucoup plus chargée.

C'est ce qui a eu lieu par exemple en 1879 où l'hiver a été très rigoureux et le trafic sur toutes les lignes très considérable, tandis qu'en 1874 et 1876, l'hiver avait été assez doux et le mouvement des trains peu important.

M. Ch. Adams, comparant les chemins de fer anglais à ceux des États-Unis au point de vue de la fréquence relative des collisions et des déraillements, arrive à ce résultat qu'en Angleterre les collisions, qui ont surtout lieu dans les stations, forment 54 pour 100 de tous les accidents, et les déraillements, 13 pour 100, tandis qu'aux États-Unis les collisions figurent pour 35 pour 100, et les déraillements, pour 24 pour 100 du total.

En 1879, les accidents, considérés au point de vue de la composition des trains, se sont répartis ainsi qu'il suit :

DÉSIGNATION.	COLLISIONS.	DÉRAILLEMENTS.	AUTRES ACCIDENTS.	TOTAUX.
Trains de voyageurs.......	29	190	21	240
» mixtes............	82	—	—	82
» de marchandises....	199	367	22	588
	310	557	43	910

Si les collisions et les déraillements de trains ont été plus nombreux en 1879 que les années précédentes, ainsi qu'on le voit par le tableau donnant la classification des accidents, ce qui s'explique par la grande activité des transports pendant cette année, il y a eu néanmoins une diminution sensible dans le nombre des voyageurs victimes des accidents de chemins de fer, ainsi qu'on peut le voir par le tableau suivant où l'on a réuni les deux années 1878 et 1879.

NOMBRE DE PERSONNES.	COLLISIONS.		DÉRAILLEMENTS.		AUTRES ACCIDENTS.		TOTAUX.	
	1878.	1879.	1878.	1879.	1878.	1879.	1878.	1879.
Tuées...........	59	64	135	97	10	24	204	185
Blessées.........	230	286	523	389	3	34	756	709
	289	350	658	486	13	58	960	894

Malgré les progrès réalisés, l'opinion générale est qu'il reste encore beaucoup à faire pour satisfaire aux exigences de la sécurité de la circulation sur les chemins de fer, et les commissions de contrôle de chemins de fer dans les divers États ne se lassent pas d'appeler l'attention des compagnies sur les améliorations qu'elles auraient encore à apporter à leur exploitation pour y répondre.

Employés tués ou blessés. — Tout récemment, en 1881, une enquête a été ouverte dans un certain nombre d'États, au sujet du tribut que paye aux accidents le personnel des compagnies, laissé complètement de côté dans la statistique qui précède. On n'estime pas à moins de 1200 à 1500 le nombre des employés de chemins de fer tués en 1879 et 1880 sur la totalité du territoire des États-Unis. Rien que dans les cinq États de Massachusetts, Connecticut, New-York, Ohio et Michigan, qui comprennent une population d'environ 12 millions d'habitants, on a compté, en 1880, 416 employés tués et 1416 blessés, soit un tué pour 4,6 locomotives en service et 1 blessé pour 6 ou 8 locomotives.

L'accrochage des wagons dans les gares, bien que moins dangereux que dans les nôtres en raison de l'attelage central, et les chutes faites par les garde-freins en courant sur la toiture des wagons de marchandises, sont les principales causes de ces accidents, que l'on cherche aujourd'hui à prévenir en étendant aux wagons de marchandises les systèmes d'accrochage automatiques, et les freins continus.

Accidents causés par le défaut de résistance des ouvrages d'art et de la voie. — Nous avons eu déjà l'occasion de signaler en passant le rôle important à attribuer dans les accidents aux ponts, soit tournants, soit fixes.

Les accidents survenus à divers ponts fixes ont ému profondément dans ces dernières années l'opinion publique et provoqué, tant dans les législatures que dans les réunions d'ingénieurs, de nombreuses discussions, qui ont porté à la fois sur les épreuves à imposer à ces ouvrages, sur les modes de construction les plus favorables à leur stabilité, et sur les dispositions à adopter pour y atténuer les conséquences des accidents.

Il résulte d'un mémoire lu en 1878 à la Société des ingénieurs civils de Boston, qu'il y avait eu en 1877 sur l'ensemble des chemins de fer des États-Unis 24 accidents de ponts ayant occasionné la mort de 13 personnes, et des blessures à 101 autres. D'après ce rapport, un total de 183 accidents survenus dans ces dernières années à des ponts, où il a péri 197 personnes et où il en a été blessé 485, peut se décomposer ainsi qu'il suit :

CAUSES des ACCIDENTS.	PONTS ou ESTACADES en bois.	FERMES EN FER ET BOIS.		PONTS en FER.	SYSTÈME de CONSTRUCTION non indiqué.	TOTAUX.
		SYSTÈME Howe.	SYSTÈMES divers.			
Incendies........	2	1	—	—	3	6
Ouragans........	—	2	—	1	—	3
Crues...........	10	2	1	1	12	26
Mauvais état.....	—	1	—	1	5	7
Plancher rompu au passage des trains.........	1	10	1	—	15	27
Fermes rompues..	14	20	2	8	10	54
Chute simple.....	4	1	—	3	—	8
Causes inconnues.	26	1	1	3	21	52
	57	38	5	17	66	183

Malgré le petit nombre de cas d'incendie, on voit que les estacades en bois sont de beaucoup celles qui offrent le plus de danger, puisque la moitié des accidents de cause connue leur est imputable. Après les estacades viennent les fermes du système Howe, dont la chute paraît due à l'insuffisance des dimensions de leurs parties métalliques.

Il résulte en même temps de ce tableau que la plupart des accidents de ponts sont le résultat de déraillements amenant la rupture soit des entretoises du plancher, soit des fermes.

Il arrive le plus souvent que le train déraillé vient heurter contre les fermes; or les fermes du système américain, constituées par une agglomération de pièces articulées sans liaison transversale entre elles, sont tout à fait incapables de résister à un choc, et le déraillement amène ainsi fatalement la chute du pont lui-même.

M. Clemens Herschel, ingénieur à Boston, a fait ressortir à cet égard la grande supériorité des ponts en treillis, que leur grande rigidité transversale et la solidarité établie entre toutes les pièces par les mailles du treillis rendent beaucoup plus aptes que les fermes du système américain à résister à des chocs transversaux. Il a cité plusieurs exemples de fermes à treillis où des arbalétriers avaient été ployés ou brisés par le choc des wagons déraillés, sans qu'aucun accident s'ensuivît.

L'accroissement considérable des charges supportées par les ponts, surtout par les ponts de faible ouverture, par suite de l'adoption des locomotives des types Mogul et Consolidation, paraît en outre avoir contribué dans une certaine mesure à multiplier les accidents de ponts, et nous avons vu qu'une commission d'ingénieurs civils avait proposé d'en tenir compte dans les surcharges normales à imposer aux ponts de chemin de fer et surtout à ceux de faible portée (t. I, p. 131).

On attribue également à l'augmentation de puissance des machines l'accroissement dans ces dernières années du nombre des déraillements : le nombre des accidents dus à cette cause se serait élevé de treize en 1873 à quarante et un en 1877. Aussi tous les ingénieurs de la voie manifestent-ils en Amérique comme chez nous une grande répugnance pour l'introduction des machines puissantes.

En résumé, la plus grande fréquence des accidents sur les chemins de fer d'Amérique a pour cause principale l'état imparfait

dans lequel la voie est généralement livrée à l'exploitation, et l'absence des mesures d'ordre et de précaution ayant pour objet, sur le continent européen, d'obvier au défaut de prudence du public et des employés; le système de construction du matériel roulant, et l'organisation qui en règle la marche et l'emploi, n'y ont qu'une faible part.

La vitesse et le nombre des trains, généralement faibles sur les nouvelles lignes, tendent d'ailleurs à en diminuer les risques.

Les accidents deviennent en définitive plus rares, à mesure qu'en développant leur trafic les chemins de fer sont amenés à perfectionner leur exploitation, et si la part des accidents par imprudence continue à être en Amérique plus forte qu'en Europe, par suite de la plus grande liberté dans leurs mouvements que tiennent toujours à conserver les Américains, celle des accidents de trains proprement dits dans les États de l'Est est dès à présent renfermée dans d'assez étroites limites, grâce à une organisation du matériel et de personnel, qui, sur certaines lignes, ne le cède en rien à celle de nos grandes lignes européennes.

SEPTIÈME PARTIE

EXPLOITATION COMMERCIALE

CHAPITRE XXIII

IMPORTANCE DU TRAFIC

Généralités. — Considérés au point de vue commercial, les chemins de fer ont eu généralement dans tous les pays pour résultat d'agrandir pour un grand nombre de produits les débouchés existants et d'en ouvrir de nouveaux, de favoriser la concurrence et le nivellement des prix, d'imprimer une activité beaucoup plus grande au mouvement des échanges, et parfois d'en modifier complètement la direction, en substituant des routes plus rapides à celles qui avaient été suivies jusqu'alors.

En Amérique, la révolution a été d'autant plus considérable, qu'elle a porté à la fois sur les directions suivies par les transports, sur la masse, et sur la nature même des marchandises transportées, et que les chemins de fer dans beaucoup de cas ont été les premières voies de communication ouvertes à travers des régions désertes qu'ils ont servi à coloniser.

Nous avons eu déjà occasion de signaler, dans l'historique que nous avons tracé de l'établissement des chemins de fer en Amérique, les changements qu'ils ont opérés dans la direction des courants commerciaux, en détournant une grande partie des transports des grandes voies navigables constituées par le Mississipi, les grands lacs et le Saint-Laurent, pour leur ouvrir à travers les Alleghanies des routes plus directes.

Le commerce extérieur des États-Unis, dont les principaux élé-

ments étaient formés jadis par les cotons et les tabacs, provenant des États du Sud, que des navires à voiles, armés surtout dans les États du Nord, transportaient en Europe, a été complètement transformé, depuis que la production des céréales, peu développée avant l'établissement des chemins de fer dans les États de l'Ouest, a pris, par suite de leur extension dans cette région, un énorme développement, qui a donné à l'exportation un contingent de 45 millions d'hectolitres, en 1879, et de 63 millions en 1880, rien qu'en blé.

L'industrie agricole, par ses progrès rapides, a déterminé pour la concentration et l'expédition de ses produits, la création dans l'Ouest de vastes entrepôts et de centres de population considérables, qui n'ont pas tardé à servir d'objectifs aux prétentions rivales des grandes lignes de chemins de fer aboutissant aux principaux ports de l'Atlantique. La concurrence, tant de ces lignes entre elles qu'entre les voies ferrées et les voies navigables, en amenant une baisse générale du prix des transports, a eu pour conséquence de faire avancer de plus en plus vers l'Ouest la zone de la production agricole, en même temps qu'elle augmentait ses débouchés sur le marché européen. Les produits des États situés sur la rive droite du Mississipi, à plus de 1600 kilomètres de la côte de l'Atlantique, trouvent aujourd'hui sur ce marché un accès plus facile que ceux des États bordant cette côte il y a seulement dix-huit ans.

Pour les autres industries, dont la formation de grands centres de population dans les États de l'Ouest a favorisé l'essor, la concurrence entre les chemins de fer, si peu profitable qu'elle ait été à l'intérêt financier des compagnies, a eu des conséquences analogues, et lorsque, ainsi que nous le verrons plus loin, un régime d'accord durable est venu se substituer aux guerres intermittentes de tarifs, ce n'est qu'à la condition de conserver au commerce le bénéfice des résultats acquis par la concurrence, que le nouveau régime a pu se maintenir.

Pour bien se rendre compte des transformations dues à l'extension des chemins de fer, il est à propos d'entrer dans quelques détails sur le mouvement de voyageurs et de marchandises qu'ils sont appelés à desservir, et sur sa distribution à l'intérieur du pays.

Population. — La population qui alimente ce double mouvement s'élève, d'après le recensement fait en 1880, à 50 152 866 habitants pour la totalité du territoire des États-Unis ; elle s'est accrue de

11 594 000 âmes de 1870 à 1880, soit de 30 pour 100. La moitié environ de cet accroissement est dû à l'immigration dont l'importance augmente tous les ans, et a atteint en 1881, le chiffre de 716 068 personnes.

Cette population, dont la densité moyenne est 10 fois moindre que celle de la France (elle ne correspond qu'à 7 habitants par kilomètre carré, tandis que l'on compte en moyenne en France 70 habitants pour la même superficie), est répartie très inégalement sur la surface du territoire de l'Union, et composée d'éléments très différents, au point de vue de l'usage qu'elle fait des chemins de fer.

La population est surtout agglomérée dans les États manufacturiers de la Nouvelle-Angleterre et du Centre, où sa densité atteint par kilomètre carré 52 habitants (New-Jersey), et même 88 (Massachusetts); elle est beaucoup plus clairsemée dans les États agricoles de l'Ouest et du Sud, où elle ne dépasse pas en moyenne 7 habitants et demi par kilomètre carré, et extrêmement faible sur le versant du Pacifique, où elle n'atteint pas un habitant en moyenne pour la même superficie.

L'activité des relations commerciales et l'aisance générale tendent à multiplier les voyages dans les deux premiers groupes d'États, tandis que dans les États du Sud la pauvreté des habitants, où les nègres forment près de la moitié de la population totale, a pour effet de les restreindre. Dans les États de l'Ouest, où les colons une fois fixés voyagent peu en général, l'arrivée annuelle d'un contingent toujours croissant d'immigrants, transportés en une seule fois à de grandes distances, supplée à l'exiguïté du trafic local.

En divisant, pour l'ensemble des chemins de fer des États-Unis, les recettes-voyageurs par le chiffre de la population, on arrive à une recette par habitant de 14 fr. 75 en 1880, qui est supérieure à celle qu'on obtient en France, où la même division pour l'année 1876, ne donne que 8 fr. 60; mais si l'on tient compte des tarifs, qui sont en moyenne par voyageur et par kilomètre de 0 fr. 05 en France et de plus de 0 fr. 08 aux États-Unis, ainsi que nous le verrons plus loin, on peut en conclure qu'en moyenne la population n'y voyage pas beaucoup plus qu'en France.

D'autre part, la recette par habitant n'ayant pas sensiblement varié depuis dix ans, et les tarifs pour les voyageurs n'ayant subi qu'une faible diminution dans le même intervalle, il s'ensuit que le développement parallèle des chemins de fer et de la population

a été à peu près sans influence sur le degré d'utilisation des chemins de fer par celle-ci.

Marchandises. — En ce qui concerne le mouvement des marchandises, nous avons déjà dit qu'il était principalement alimenté, de l'Ouest à l'Est, par les céréales provenant surtout de la partie haute de la vallée du Mississipi. Aux céréales viennent s'ajouter les bestiaux soit vivants, soit abattus, expédiés de la même région, puis le coton et le tabac, cultivés dans les États du Sud; enfin les bois, provenant principalement des forêts qui avoisinent les grands lacs. Ces divers produits sont transportés de l'intérieur vers les ports, soit de l'Atlantique, soit du golfe du Mexique.

Les produits transportés dans la direction opposée, consistent principalement en objets manufacturés dans les États de l'Est, ou importés d'Europe; comme tonnage, ils ne s'élèvent guère qu'aux deux tiers au plus des premiers.

Une troisième catégorie de produits, ceux des mines exploitées sur les deux versants des Alleghanies, et des Montagnes Rocheuses, charbons, huiles minérales, minerais et métaux ouvrés, se partage entre les deux directions.

Nous avons réuni dans le tableau ci-après, s'étendant de l'année 1870 à l'année 1880, période pendant laquelle le réseau des chemins de fer s'est accru de 77 pour 100, les tonnages correspondant à la production des principaux éléments du commerce intérieur et extérieur des États-Unis. Ce tableau permet d'apprécier à la fois leur importance relative et la rapidité de leur accroissement.

TABLEAU DES PRINCIPALES PRODUCTIONS AUX ÉTATS-UNIS
DANS LA PÉRIODE 1870-1880.

ANNÉES.	BLÉ.	MAÏS.	COTON.	VIANDES PRÉPARÉES.	TABAC.	FONTE.	CHARBON.	PÉTROLE.
	tonnes.	tonnes.	tonnes.	tonnes.	tonnes.	tonnes.	tonnes.	hectol.
1870	7,023,966	21,858,000	653,130	—	173,250	1,864,570	29,342,580	9,077,112
1871	6,368,889	27,356,375	909,356	—	191,700	1,843,317	—	9,145,440
1872	6,229,505	24,797,450	622,839	609,103	216,000	1,954,322	—	10,450,680
1873	8,437,641	27,317,975	978,371	616,338	227,700	2,764,209	—	12,605,806
1874	9,273,081	23,306,850	893,467	614,030	141,750	2,653,005	47,813,925	17,521,168
1875	8,764,080	21,253,712	1,100,705	598,835	234,900	2,454,699	47,513,235	14,060,009
1876	8,680,695	33,026,725	1,050,233	686,860	240,750	2,103,188	49,005,748	14,681,449
1877	10,925,824	32,095,700	1,154,954	879,221	261,000	1,936,883	54,308,250	21,584,273
1878	12,603,672	33,564,000	1,200,103	1,065,267	193,140	2,121,594	52,130,584	24,264,739
1879	13,462,669	34,705,000	1,386,224	1,000,617	177,249	2,388,791	59,808,398	31,586,657
1880	13,425,492	38,622,400	1,600,773	1,089,162	—	3,891,645	64,387,224	41,651,873

Céréales. — La production[1] totale en grains, évaluée en moyenne à 680 millions d'hectolitres, pour ces dix dernières années, s'est élevée pour 1879 à 856 millions d'hectolitres, représentant un poids de 47 millions de tonnes, dont 7 millions environ ont été exportées. Sur ces 7 millions de tonnes, 5 millions ont été dirigées vers les ports de New-York, Boston, Philadelphie et Baltimore, un million environ par les voies navigables, et 4 millions sur rails.

Pour le blé en particulier, dont la production et l'exportation ont atteint en 1879 des chiffres extraordinaires, 13 millions et 4 millions de tonnes, bien que l'exportation dépende surtout de l'état du marché européen, et qu'elle éprouve d'une année à l'autre pour ce motif des fluctuations considérables, il y a lieu néanmoins de constater qu'elle n'a guère cessé de s'accroître.

Les principaux marchés intérieurs sur lesquels viennent se vendre les céréales, sont ceux de Chicago, Peoria, Milwaukee, Duluth, Toledo, Detroit et Saint-Louis. En 1878 on estimait que les deux tiers de la récolte étaient passés par ces marchés; un tiers seulement avait été expédié directement des lieux de production vers les ports de l'Atlantique.

Le plus grand de ces marchés est Chicago, possédant 19 élévateurs, susceptibles d'emmagasiner à la fois 5 millions d'hectolitres ; viennent ensuite Milwaukee et Saint-Louis dont les arrivages et les expéditions réunis ne représentent guère qu'un peu plus de la moitié de ce qui passe par Chicago. C'est sur le marché de Chicago, alimenté principalement par les États du Nord-Ouest: Minnesota, Iowa, Wisconsin, Nebraska et Illinois, que se règle le prix des grains. Les agriculteurs, en vendant leurs grains à Chicago, au lieu de les expédier directement sur les ports de l'Atlantique, trouvent l'avantage de pouvoir se défaire immédiatement de leur marchandise sans avoir à supporter les frais de transport jusqu'aux ports d'expédition, ni les risques de perte et de déchet inhérents à ce transport; la meilleure tenue des prix sur ce grand marché leur offre en outre plus de garanties.

Viandes préparées. — On sait que Chicago est aussi le centre principal de l'industrie de la préparation des viandes de porc (*pork packing*) que cette ville partage avec un grand nombre de villes de

1. La production et le commerce des céréales aux États-Unis ont fait l'objet d'une intéressante étude de M. Ronna en 1878.

l'Ouest, et notamment avec Cincinnati, Saint-Louis, Indianopolis, Milwaukee et Louisville. Chicago à lui seul compte pour 40 pour 100 dans l'ensemble de cette production, qui représente annuellement plus d'un million de tonnes; cette ville expédie en outre une énorme quantité de bétail vivant, (le nombre de têtes de bétail a excédé dans ces dernières années un million), pour lequel il existe un vaste parc central (*Union stock yard*), relié à la plupart des grandes lignes de chemins de fer aboutissant à Chicago.

Entre Chicago et les ports de New-York et Boston, vient se placer comme principal entrepôt intermédiaire, Buffalo, situé à l'origine des canaux Welland et Erié, et à la jonction d'un grand nombre de lignes de chemins de fer, dont l'importance, pour l'expédition des grains qu'il reçoit tant par eau que par rails des États-Unis et du Canada, le cède à peine à celle de Chicago ; les arrivages de grains par eau en 1879, s'élevant à 2 060 300 tonnes, y ont même dépassé les expéditions par eau de Chicago, montant à 1 620 000 tonnes environ.

Cotons. — Saint-Louis, qui occupe le centre de la vallée du Mississipi, reçoit principalement les produits du Sud-Ouest, notamment des États de Missouri, Arkansas, Kansas, Colorado et Texas, et joint au commerce des céréales et des bestiaux, celui du coton, qu'il dispute depuis plusieurs années à la Nouvelle Orléans. La production de ce textile, qui dépasse maintenant le chiffre des meilleures années avant la guerre de sécession, s'étend de plus en plus aujourd'hui, comme celle des céréales, vers l'Ouest. La plus grande partie du coton provenant de ces nouvelles cultures, notamment du Texas et de l'ouest de la Louisiane, est dirigée vers Saint-Louis. Cette ville est ainsi devenue le marché le plus important pour les approvisionnements de cet article destinés à la consommation intérieure des États-Unis, qui absorbe 20 pour 100 environ de la production totale.

Le port de la Nouvelle-Orléans a conservé le premier rang pour l'exportation du coton; après ce port viennent les ports des États du Sud, situés sur l'Atlantique, Charleston, Savannah, Brunswick. Les expéditions de coton, en 1879, se sont partagées ainsi qu'il suit :

Nouvelle-Orléans et autres ports du golfe du Mexique.	2,188,607	balles.
Ports du Sud sur l'Atlantique..........................	1,915,971	»
Intérieur......................................	891,619	»

Les villes de Cincinnati et de Louisville, qui sont des entrepôts assez importants pour le commerce des céréales, et pour la préparation des viandes salées, reçoivent en outre, une grande quantité de coton et de tabacs en feuilles. Louisville est pour ce dernier article le principal marché intérieur. Toutes deux possèdent de plus de nombreuses manufactures élaborant des matières premières provenant principalement des États du Sud et de l'Ouest, et dont les produits sont expédiés dans toute l'Union.

Production minérale. — La production minérale, dont, au dernier recensement décennal (1880), l'importance se chiffrait aux États-Unis par 64 387 224 tonnes de houille, et 3 891 645 tonnes de fonte, répartie aujourd'hui sur de vastes étendues tant à l'ouest qu'à l'est du bassin du Mississipi, est certainement celle qui avec les grains fournit le plus fort aliment aux transports. Dans le seul État d'Illinois, qui est surtout agricole, la houille et les minerais transportés en 1878, ne figuraient pas pour moins de 5 200 000 tonnes sur un total de 30 millions de tonnes transportées.

Sur le versant occidental des Alleghanies, Pittsburg, le centre le plus important de l'industrie métallurgique, est le principal marché pour les houilles et les fers ouvrés qui se consomment dans la vallée du Mississipi, et partage, avec Philadelphie et Cleveland, le commerce du pétrole extrait dans la vallée de l'Alleghany.

Sur l'autre versant, où prédomine l'extraction de l'anthracite, dont le tonnage s'est élevé à 28 647 000 tonnes en 1880, ce combustible, transporté par un double réseau de voies navigables et ferrées, dont il constitue le trafic presque exclusif, trouve ses principaux débouchés dans les États du Centre et de la Nouvelle-Angleterre.

Il est à remarquer que tous les grands marchés intérieurs de l'Union sont situés sur de grandes voies navigables, qui ont puissamment contribué à leur prospérité, en leur assurant dès le début le bas prix des transports.

Voies navigables. — Si l'on jette les yeux sur la carte, pl. XXXVI, on voit que ces dernières voies se rattachent à deux systèmes principaux faisant communiquer les États de l'Ouest, avec l'Océan, et enserrant en quelque sorte l'ensemble des réseaux de chemins de fer les plus importants. Un premier système de voies navigables

est constitué au Nord par la ligne des grands lacs, qui a vers l'Atlantique deux issues: le Saint-Laurent aboutissant aux ports de Montréal et de Québec, et l'Hudson, communiquant avec le lac Érié par le canal du même nom, et dont le port de New-York occupe l'embouchure.

Les ports de Duluth, au fond du lac Supérieur, Milwaukee et Chicago, sur le bord occidental du lac Michigan, Détroit entre les deux lacs Erié et Huron, Toledo, Cleveland et Buffalo au sud du lac Érié, Toronto sur le lac Ontario, Montréal et Ogdensburg sur le Saint-Laurent, sont fréquentés par de véritables flottes de navires à voiles et à vapeur, auxquels le transport des grains, des minerais et des charbons, assure, pendant les huit mois que dure la navigation, une occupation presque constante.

Le second système de voies navigables est formé par le Mississipi et ses principaux affluents, le Missouri et l'Ohio, navigables sur de très grandes longueurs. Le Mississipi commence à l'être à partir de Saint-Paul (Minnesota), à 3130 kilomètres de son embouchure, pour les bateaux d'un faible tirant d'eau, et il reçoit à partir de Saint-Louis des steamers portant jusqu'à 600 tonnes et ayant $2^{m},50$ de tirant d'eau.

Le Missouri, dont le régime est fort irrégulier, n'a qu'une faible navigation; mais il n'en est pas de même pour l'Ohio, sur lequel la navigation a toujours été très active, depuis Pittsburg jusqu'à son confluent avec le Mississipi à Cairo. Pendant que le Mississipi a conservé, malgré la concurrence des chemins de fer, une bonne partie des transports de marchandises, telles que bois, grains, cotons, descendant vers la Nouvelle-Orléans, l'Ohio a gardé presque entièrement le monopole de ceux des charbons de Pennsylvanie à destination de la vallée du Mississipi, dont le tonnage pour 1876 s'élevait à 2 500 000 tonnes. Le bon marché extraordinaire de ces transports, qui se font par trains de bateaux, et qui coûtent de Pittsburg à la Nouvelle-Orléans, environ un millime et demi par tonne et par kilomètre, rend aux chemins de fer la concurrence impossible pour cet article.

Les deux grands systèmes de voies navigables que nous venons de décrire communiquent entre eux par les canaux : 1° d'Illinois et Michigan, reliant l'Illinois, affluent du Mississipi, au lac Michigan et débouchant à Chicago; 2° de Wabash-Érié, Miami-Érié, Ohio-Érié, réunissant divers affluents de l'Ohio au lac Érié. Le second de

ces canaux, qui part de Cincinnati, se réunit au premier un peu avant d'aboutir à Toledo; le troisième part de Portsmouth sur l'Ohio, et débouche dans le lac Érié à Cleveland.

Il est en outre question aujourd'hui d'ouvrir un canal entre les lacs Érié et Michigan pour aller directement de Chicago à Toledo, et des études sont depuis longtemps entreprises pour réunir le Great Kanawha, affluent de l'Ohio, à la rivière James, débouchant dans le port de Richmond (Virginie), ainsi que pour relier le Tennessee avec le Turtle River, aboutissant au port de Brunswick (Georgie).

En attendant l'exécution de ces travaux, les chemins de fer des États du Sud reliant la vallée du Mississipi à l'Atlantique, et en particulier la ligne de Chesapeake-Ohio, partant de Huntington, sur l'Ohio, pour aboutir à Richmond, servent à combler les lacunes qui subsistent encore dans ces dernières lignes de navigation intérieure, et des lignes de steamers, qui, des différents ports des États du Sud, se dirigent sur New-York, complètent le circuit.

Nous avons déjà vu d'autre part, que, sur le versant de l'Atlantique, l'Hudson, la Delaware, et la Susquehanna étaient reliés par un réseau de canaux, desservant les principaux districts houillers de la Pennsylvanie en concurrence avec de nombreuses lignes de chemins de fer (t. I, p. 37).

Voies ferrées. — Trunk-lines. — Pour disputer aux lignes navigables le transport des produits agricoles, les Compagnies de chemins de fer en possession des principales lignes qui aboutissent aux grands ports sur l'Atlantique ont dû naturellement chercher à se relier avec les grands marchés de l'Ouest. Les Compagnies qui n'ont pas prolongé leurs réseaux jusqu'au Mississipi, se sont assuré par des conventions passées avec d'autres lignes pénétrant dans les États de l'Ouest, une part dans les expéditions de ces marchés.

Chacune des cinq Trunk-lines : Grand Trunk du Canada, New-York Central et Hudson-River, New-York, Lake Érié et Western (ancien Érié), Pennsylvania, Baltimore et Ohio, s'est ainsi procuré, directement ou indirectement, un système spécial de communications s'étendant jusqu'à la ligne du Mississipi.

Le Baltimore et Ohio R.R., qui accède directement au port de Baltimore et indirectement à celui de Philadelphie, relié depuis longtemps au port de Sandusky sur l'Érié par un embranchement spé-

cial partant de Wheeling, s'est ouvert en 1874 un accès direct sur Chicago, par une ligne greffée sur cet embranchement. Des arrangements avec les lignes d'Ohio et Mississipi, et Marietta-Cincinnati, que la Compagnie du Baltimore et Ohio tient sous sa dépendance, mettent l'autre branche de son réseau, celle de Parkersburg, en relation avec Cincinnati, Louisville et Saint-Louis (pl. XXXV.)

Le réseau du Pennsylvania R.R. (pl. XXXV), aboutissant à la fois aux ports de New-York, Philadelphie et Baltimore, qui est le plus complet de tous et le plus étendu, atteint Chicago par deux lignes, l'une directe, celle de Pittsburg, Fort-Wayne et Chicago, l'autre indirecte, formant une section du Pittsburg, Cincinnati et Saint-Louis, dont elle se détache à Richmond (Indiana).

Le Pennsylvania R.R. communique également avec Saint-Louis par les deux lignes de Saint-Louis, Vandalia, Terrehaute, et Indianapolis, et de Saint-Louis, Alton et Terrehaute, et il rejoint l'embouchure de l'Ohio à Cairo par la ligne de Cairo et Vincennes, prolongée à travers le Mississipi par le Saint-Louis et Iron Monntain R.R., qui se dirige vers le Texas. La ligne de Pittsburg, Cincinnati et Saint-Louis lui donne un accès direct sur Cincinnati, et l'embranchement de Jeffersonville, Madison, et Indianopolis, un accès indirect sur Louisville.

La Compagnie du Pennsylvania possède en outre une série d'embranchements dirigés vers le lac Érié, aboutissant à Toledo, Cleveland et Port Erié, et elle pénètre jusqu'à l'extrémité de la presqu'île du Michigan, par la ligne de Grand Rapids et Indiana, qu'elle a récemment affermée.

Le New-York, Lake Érié et Western R.R. (pl. XXXV), qui aboutit à Jersey City, en face de New-York, a un réseau moins étendu; le bail d'exploitation qu'il a passé récemment avec le Great Western et Atlantic ne lui permet pas de dépasser Cincinnati; mais il fait partie de plusieurs associations dites coopératives de chemins de fer pour les transports de transit (*Dispatch lines*), dont il sera question plus loin : Érié et North Shore, Érié et Pacific, Great Western, North Western, et South Shore, qui étendent son trafic jusqu'à Chicago et Saint-Louis, en empruntant en partie les réseaux précédents, et de plus diverses lignes du Canada et du Michigan, dont les services se combinent avec ceux de plusieurs lignes de navigation sur les lacs Michigan et Érié.

La South Shore Dispatch-line emprunte en outre une ligne qui a

acquis une grande importance dans ces derniers temps : celle du Wabash R.R. allant de Toledo à Saint-Louis, et se prolongeant jusqu'au Missouri par l'embranchement d'Hannibal et Saint-Joseph, par lequel elle se rattache aux lignes du Kansas et de l'Union Pacific, qu'elle rejoint à Omaha. Cette ligne, qui prend en écharpe les réseaux des Trunk-lines, a joué un rôle particulier dans les guerres de tarifs entre les compagnies.

Le New-York Central et Hudson River R.R. (pl. XXXV), dont le réseau propre ne dépasse pas les limites de l'État de New-York, par suite de la réunion des lignes du Lake Shore et Michigan Southern, du Michigan Central et du Canada Southern, sous la direction de la famille Vanderbilt, se trouve en possession aujourd'hui de deux prolongements vers Chicago. Tout en ayant à New-York sa principale tête de ligne, ce chemin de fer dessert aussi le port de Boston, par l'intermédiaire de deux lignes : le Boston et Albany, et le Hoosac R.R. Des associations pour les transports en transit avec d'autres compagnies lui donnent accès aux marchés les plus importants de l'Ouest, et à toutes les grandes villes de la vallée de l'Ohio.

Le Grand Trunk Railway du Canada (pl. XXXV), qui, après avoir côtoyé les lacs Ontario et Érié, se prolonge sur le territoire des États-Unis, tant à l'Ouest, où il aboutit aux ports de Portland et de Boston, qu'à l'Est où il atteint Detroit, ne possédait pas en propre jusqu'à ces derniers temps d'embranchement sur Chicago, et son trafic était forcé d'emprunter, concurremment avec celui du New-York Central, le Michigan Central entre cette ville et Detroit. Les associations coopératives de transport, soit par voie ferrée, soit par voie mixte, avaient toujours joué pour ce motif à l'égard de ses communications avec l'Ouest un rôle plus important que sur les autres réseaux.

L'établissement récent par le Grand Trunk d'un embranchement spécial sur Chicago lui a rendu une certaine indépendance, sans pouvoir remédier, autrement que dans une faible mesure, aux conditions défavorables dans lesquelles il soutient la concurrence avec les autres Trunk-lines, qui ont, de Chicago à l'Atlantique un parcours beaucoup moins long, et qui ont beaucoup moins à souffrir de la compétition des voies navigables.

On voit par là que tous les grands entrepôts de l'Ouest sont mis en relation avec les grands ports de l'Atlantique par beaucoup de routes concurrentes, qui se croisent généralement en plusieurs

points, et dont plusieurs aboutissent à un même port. Il n'est guère de port qui ne soit desservi au moins par deux réseaux différents; la facilité d'établir des lignes de steamers d'un port à un autre fait en outre que les cinq Trunk-lines se font en réalité concurrence dans chacun de ces ports. Le Baltimore et Ohio, par exemple, bien qu'il n'ait pas de ligne accédant directement à New-York, n'en dispute pas moins aux autres lignes le transit sur New-York; à défaut d'arrangement avec le Pennsylvania R.R. ou avec d'autres compagnies, il pourrait organiser un service de steamers sur New-York; cela suffit pour que ces compagnies lui fournissent sur ce port l'accès dont il a besoin.

La plupart des grandes compagnies, ayant des ports sur le lac Érié, ont d'ailleurs pour la navigation sur les grands lacs des services de steamers, dont elles combinent les transports avec les transports sur rails.

Les grands entrepôts de l'Ouest sont à leur tour le point de départ de plusieurs grands réseaux jouant, à l'égard de ces entrepôts, un rôle analogue à celui des Trunk-lines à l'égard des ports de l'Atlantique, se pénétrant mutuellement comme elles, et poussant chaque année vers l'Ouest, des ramifications plus étendues.

A Chicago, par exemple, aboutissent (pl. XXXVI) :

1° Le Chicago et North Western R.R., comprenant trois branches principales dirigées, l'une au Nord, vers le lac supérieur, l'autre, au Nord-Ouest vers la source du Mississipi, la troisième à l'Ouest vers Omaha, et embrassant les trois États de Wisconsin, de Minnesota et d'Iowa;

2° Le Chicago, Milwankee et Saint-Paul R.R., dont le réseau couvre les mêmes États, et se prolonge au Nord jusqu'au port de Duluth, point de départ du Northern Pacific.

3° L'Illinois Central R.R., composé de deux branches, dirigées, l'une de l'Est à l'Ouest, qui aboutit à Omaha, par Sioux-City, l'autre du Nord au Sud, vers Cairo, où elle se relie avec une ligne qui la prolonge jusqu'à la Nouvelle-Orléans, le New-Orléans, Saint-Louis et Chicago R.R.

4° Le Chicago et Alton R.R., reliant Saint-Louis à Chicago, et se prolongeant jusqu'à Kansas City, sur le Missouri.

5° Le Chicago, Rock Island et Pacific R.R, se dirigeant vers Omaha par Rock Island, et le Chicago, Burlington et Missouri, qui y accède en traversant le Mississipi à Burlington.

Ces dernières lignes croisent à Dallas et à Marshall (Texas) le Texas Pacific, qui doit se relier avec la nouvelle ligne ouverte entre le Mississipi et l'Océan pacifique, sous le nom de Southern Pacific.

Saint-Louis est, de son côté, le point de convergence de plusieurs lignes établies sur la rive droite du Mississipi, qui pénètrent dans le Kansas, le Colorado, l'Arkansas, et le Nord-Ouest de la Louisiane; le Kansas Pacific; l'Atchison, Topeka et Santa Fé; le Missouri Kansas, Saint-Louis et San Francisco, et le Saint-Louis et Iron Mountain.

La plupart des lignes qui aboutissent à Saint-Louis par la rive droite du Mississipi ont d'ailleurs des embranchements atteignant le Missouri, soit à Omaha, soit à l'un des quatre ponts de Saint-Joseph, Atchison, Leavenworth et Kansas City, formant ce qu'on appelle les *Missouri River Points*, par lesquels passe la plus grande partie des produits des territoires nouvellement colonisés au Sud de l'Union Pacific.

L'orientation générale, tant des Trunk-lines que des divers réseaux qui les prolongent vers l'Ouest, accuse, ainsi qu'on peut le voir par les cartes reproduites sur les planches XXXV et XXXVI, la direction du grand courant commercial qu'elles ont pour objet de desservir, et la multiplication des lignes qui convergent vers un petit nombre de points, comme Chicago, Saint-Louis, Omaha, et les quatre passages du Missouri, est une conséquence de l'accumulation du trafic qui tend à se porter sur certaines routes.

Répartition du trafic entre la navigation et les chemins de fer. — Le mouvement toujours croissant des marchandises se partage entre les voies ferrées et les voies navigables d'une manière très inégale.

A Saint-Louis, malgré la nouvelle impulsion donnée à la navigation sur le Mississipi par l'amélioration de l'embouchure de ce fleuve, les transports par eau sont loin de se développer aussi rapidement que sur les chemins de fer, ainsi que le montre le tableau suivant :

EXPÉDITIONS DE MARCHANDISES DE SAINT-LOUIS PAR EAU ET PAR RAILS

ANNÉES.	TONNAGE		TONNAGE TOTAL.
	PAR EAU.	SUR RAILS.	
1878	614,675	1,880,559	2,495,234
1879	677,145	2,285,716	2,962,861
1880	1,037,525	2,755,680	3,793,205

Dans la direction du Sud, la plus favorable aux transports par eau, les chemins de fer transportent encore près de la moitié des marchandises expédiées. Ces expéditions ne forment d'ailleurs que 40 pour 100 des expéditions totales, le commerce de Saint-Louis avec les États de l'Est et de l'Ouest étant plus actif qu'avec les États du Sud.

A Chicago, malgré la concurrence de la navigation sur les lacs, beaucoup plus active que celle qui se fait sur le Mississipi, les chemins de fer ont fini par attirer la majeure partie des expéditions de l'Est à l'Ouest, comme on peut le voir par le tableau suivant :

EXPÉDITIONS DE CHICAGO VERS L'EST.

DÉSIGNATION DES MARCHANDISES.	ANNÉE 1878. TONNAGE		ANNÉE 1879. TONNAGE		ANNÉE 1880. TONNAGE	
	par eau.	sur rails.	par eau.	sur rails.	par eau.	sur rails.
Grains.......... ..	1,906,550	1,233,794	1,871,353	1,623,049	2,713,631	1,480,508
Produits animaux..	35,837	1,164,259	32,866	1,288,771	74,839	1,420,438
Autres produits. ...	36,617	493,004	—	574,450	—	674,298
	1,979,004	2,891,057	1,914,219	3,486,270	2,788.470	3,575,244

Les chemins de fer ont commencé par enlever à la navigation le transport des farines, qui se fait maintenant presque exclusivement sur rails ; ils ont accaparé également celui des produits animaux, salaisons, viandes fraîches, etc. Les chemins de fer transportent aujourd'hui une bonne partie des expéditions de blé et de maïs, dont le transport ne comporte cependant que des prix très bas.

A mesure que l'on se rapproche des grands ports vers lesquels convergent les Trunk-lines et leurs embranchements, le mouvement des marchandises dans la direction de l'Est s'accroît des produits que ces lignes recueillent en route, et se concentre de plus en plus sur les chemins de fer.

Le canal Érié, qui a fait la prospérité du port de New-York, et qui a eu longtemps presque le monopole des transports de grains vers ce port, ne transporte plus aujourd'hui qu'une partie des grains qui arrivent par eau à Buffalo. Son tonnage, réuni à ceux des autres canaux de l'État de New-York, ne représentait plus en 1880 qu'un sixième du tonnage des Trunk-lines aboutissant au port de New-York ainsi qu'il résulte du tableau ci-après :

MOUVEMENT EN TONNES. DES MARCHANDISES
SUR LES CANAUX ET LES CHEMINS DE FER DE L'ÉTAT DE NEW-YORK.

ANNÉES.	CANAUX.	NEW-YORK LAKE ERIE ET WESTERN R.R.	PENNSYLVANIA R.R.	NEW-YORK CENTRAL et HUDSON RIVER R.R.
1870......	6,467,888	4,532,056	4,844,208	7,100,294
1871......	6,673,370	4,393,965	5,564,274	8,459,535
1872......	6,364,782	5,522,724	6,777,652	9,998,794
1873......	6,364,782	5,522,724	6,777,652	9,998,794
1874......	5,804,588	5,759,672	6,990,250	9,118,419
1875......	4,809,858	5,678,808	6,765,188	9,787,176
1876......	4,172,129	6,510,508	6,488,184	10,600,547
1877......	4,955,963	6,078,273	6,752,839	10,438,394
1878......	5,171,320	7,889,389	6,721,724	11,627,228
1879......	5,362,372	9,101,012	8,811,123	14,457,502
1880......	6,462,290	10,576,754	9,445,392	16,341,568

Les transports sur l'ensemble des trois Trunk-lines s'élevant pour 1880 à 36 millions de tonnes environ, au lieu de 18 millions en 1871, ont été doublés dans cette période, tandis que, dans la même période, le tonnage sur les canaux ne s'est pas accru.

Pour avoir la totalité du tonnage sur l'ensemble des quatre Trunk-lines américaines, il y aurait à ajouter au chiffre de 36 millions de tonnes celui du trafic du Baltimore Ohio, qui, rien que pour le transit et les transports de charbon, a atteint en 1880 le chiffre de 6 369 253 tonnes. Il y a tout lieu de croire que le tonnage total des quatre Trunk-lines américaines a dû atteindre au moins 45 millions de tonnes[1].

Un autre fait vient encore démontrer la prépondérance acquise depuis quelques années par les voies ferrées sur les voies navigables, pour les transports de marchandises, c'est l'accroissement du parcours moyen sur les Trunk-lines.

De 1873 à 1877, c'est-à-dire au plus fort de la dernière crise commerciale, on a constaté que, tandis que le tonnage sur les trois grandes lignes citées plus haut, s'accroissait seulement de 3 pour 100, le tonnage kilométrique subissait une augmentation de

1. M. E. H. Walker, le statisticien de la Chambre de commerce de New-York, évaluait au chiffre de 30 à 35 millions de tonnes le tonnage total des transports de marchandises effectués en 1878, entre la vallée du Mississipi et les ports de l'Atlantique. Il est certain que ce chiffre a été notablement dépassé en 1880 et 1881.

14 pour 100. Le parcours moyen a été porté de 267 à 296 kilomètres sur l'ensemble de ces lignes, dont les transports à long parcours ont bénéficié de la presque totalité de l'augmentation au détriment des voies navigables.

Les chemins de fer tendent donc partout, grâce à l'abaissement de leurs tarifs, à l'élasticité, à la continuité et à la régularité de leur trafic, à l'emporter sur les voies navigables, malgré la diminution considérable du prix des transports sur ces voies, qui était par tonne et par kilomètre de 0 fr. 027, il y a dix ans, et qui n'est plus que de 0 fr. 013 aujourd'hui.

Les matières pondéreuses et de peu de valeur, comme les minerais et les charbons, sont les seules marchandises pour le transport desquelles elles conservent un avantage marqué, surtout pour les grandes distances.

Distribution du mouvement entre les grands ports. — La concurrence faite par les chemins de fer aux voies navigables, en diminuant la portée des avantages que devaient certains ports sur l'Atlantique à l'existence de ces voies, n'a pas eu toutefois pour effet d'amener à leur détriment de modification bien sensible dans la distribution du mouvement commercial entre les différents ports. New-York, par exemple, dont la position insulaire, très favorable aux transbordements entre bateaux, l'est beaucoup moins aux transbordements, entre wagons et bateaux, pouvait craindre de perdre une partie de ce mouvement par suite de la prépondérance des voies ferrées; en réalité, il n'en a rien été : les trois Trunk-lines aboutissant à ce port ayant dû régler leurs prix sur ceux de la navigation intérieure, ce port s'est trouvé dans les mêmes conditions que si la capacité de transport du canal Érié s'était accrue de celle de ces lignes.

Il est même probable que la part de New-York dans le mouvement général des transports, dont il a toujours eu la moitié environ, se serait accrue, si les autres ports n'avaient cherché, par le perfectionnement de leur outillage, notamment par la création de vastes élévateurs pour l'emmagasinement des grains, à placer leur commerce maritime dans de meilleures conditions que par le passé. C'est ce qu'ont fait, par exemple, les ports de Philadelphie, et Baltimore qui sont ainsi parvenus à grossir sensiblement leurs expéditions de grains, mais plutôt aux dépens des ports secondaires qu'aux dépens de New-York, ainsi qu'on peut le voir par le tableau ci-après :

ANNÉES.	ARRIVAGES DE GRAINS pour l'ensemble des ports en hectolitres.	POURCENTAGE DES ARRIVAGES DANS LES PORTS DE :						
		New-York.	Boston.	Portland	Montréal.	Philadelphie.	Baltimore.	Nouvelle-Orléans.
1875.	66,301,664	49,9	9,7	2,6	9,1	11,9	11,7	5,1
1876........	78,340,006	43,1	10,2	1,8	8,5	16,3	15,8	4,3
1877...	76,683,136	47,3	10,6	1,3	8,4	11,6	16,2	4,6
1878........	110,183,392	48,8	8,7	1,5	6,6	14,5	15,4	4,5
1879........	122,710,368	46,6	9,3	0,6	6,5	13,6	19,1	4,3
1880........	128,133,984	45,1	10,2	1,0	7,0	13,5	16,8	6,4

Il est d'ailleurs à remarquer que dans le cours d'une même année cette répartition présente des variations notables. Pendant l'hiver, la navigation étant suspendue pendant près de quatre mois sur les canaux, ceux des ports du Nord qui sont alimentés par les voies navigables, comme New-York et Montréal, en particulier, voient diminuer leurs arrivages; les ports du Sud, au contraire, en reçoivent de plus nombreux. Le relèvement des tarifs pendant l'hiver permet à un certain nombre de lignes du Sud d'entreprendre alors avec profit le transport des céréales qu'elles ne pourraient aborder pendant l'été. Pendant les cinq mois de l'hiver 1879-1880, la répartition des arrivages a été la suivante:

New-York..	38,1	Philadelphie	16,8
Boston............	9,4	Baltimore..............	21,6
Portland................	2,0	Nouvelle-Orléans...	11,7
Montréal....	0,4		

Sur l'ensemble des lignes de chemins de fer partant de Chicago, la fermeture de la navigation occasionne naturellement une augmentation considérable de trafic; pendant les quatre mois que dure cette fermeture se font environ les deux tiers de la totalité de leurs transports annuels : un mois d'hiver correspond ainsi à un trafic double de celui d'un mois d'été. C'est sur ces transports d'hiver que les Compagnies comptent pour se dédommager de l'abaissement ruineux de tarifs qu'elles sont forcées parfois de subir en été.

Fréquentation des principales lignes. — Le tableau suivant donne, pour l'exercice 1878-1879, le mouvement tant des trains de toute nature que des voyageurs et des marchandises sur trente-quatre lignes de chemins de fer choisies parmi les plus importantes des États-Unis, avec un certain nombre de données statistiques relatives à ce mouvement.

TABLEAU DU MOUVEMENT DES TRAINS,
SUR LES PRINCIPALES LIGNES DES

DÉSIGNATION DES LIGNES.	MOUVEMENT DES TRAINS						
	LONGUEUR EXPLOITÉE en kilomètres.	PARCOURS KILOMÉTRIQUE DES TRAINS			NOMBRE MOYEN DE trains par jour sur la distance entière		
		de voyageurs.	de marchandises.	de toute espèce y compris les trains de service.	voyageurs.	marchandises.	Ensemble y compris les trains de service
New-York Central et Hudson River	1638	7,795,858	19,351,171	35,324,619	13,3	32,9	60.1
Central Vermont	694	1,298,201	2,456,015	3,862,269	5,2	9,8	15,4
New-York, Lake Érié et Western	1494	5,140,115	13,633,233	22,822,982	9,4	25,0	42.0
New-York, New-Haven et Hartford	325	2,233,012	1,358,415	3,591,427	24,8	15,0	39,8
Boston et Albany	518	2,199,426	5,561,912	7,862,523	11,7	29,4	41,6
Pennsylvania. Pennsylv.-Div.	1759	6,048,480	20,236,650	26,943,395	9,4	31,5	42,0
Pennsylvania. U. R. R of N.-J.	685	4,667,820	4,248,566	9,216,470	11,6	10,6	23,0
Pennsylvania. Philadelp. et Érié.	464	587,590	3,472,773	4,219,722	3,5	20,5	25,0
Philadelphia-Reading	1436	3,383,241	3,745,169	16,587,435 dont charbon 5,875,171	6,4	7,1	31,6
Lehigh-Valley	488	1,323,790	2,017,333	6,907,996 dont charbon 3,566,955	7,4	11,3	38,8
Baltimore et Ohio	881	—	—	13,973,747	—	—	43,0
Chesapeake et Ohio	704	776,303	2,540,850	3,317,153	9,8	12,9	22,7
Lake Shore et Michigan	1895	3,597,229	12,084,685	15,681,914	5,2	17,4	22,6
Michigan Central	1294	2,725,887	5,936,561	8,662,448	5,7	12,5	17,2
Pittsburg, Fort-Wayne et Chicago	754	2,630,248	10,764,666	13,394,914	9,5	39,1	48,6
Atlantic et Great-Western	824	1,803,718	6,847,478	8,651,196	6,0	24,1	30,1
Pittsburg, Cincinnati et S.-Louis	324	1,020,640	3,777,920	4,798,560	8,7	32,1	40,8
Baltimore, Ohio, Chicago	423	706,316	1,683,098	2,389,414	4,5	10,8	15,3
Wabash	1104	1,632,420	4,721,703	8,022,176	4,0	11,7	19.8
Ohio et Mississipi	990	1,767,100	2,842,833	4,644,742	4,8	7,8	12,8
Central Ohio	221	560,916	1,615,070	2,175,985	7,0	20,0	27.0
Cleveland, Columbus, Indianopolis	630	1,576,515	5,773,629	7,350,144	6,8	25,1	31,9
Louisville-Nashville	1566	1,994,532	3,110,259	5,103,792	3,5	5,4	8,9
Chicago, Burlington, Quincy	2871	3,335,662	9,800,276	13,846,832	3,1	9,6	13,1
Chicago, Rock-Island et Pacific	1811	2,543,315	8,685,811	11,239,126	3,8	13,1	17,0
Chicago et North-Western	3428	4,596,189	8,946,852	17,912,296	3,6	7,1	14.3
Chicago, Milwaukee, Saint-Paul	3214	3,256,705	8,104,876	11,361,581	2,8	6,9	9.7
Illinois Central	2022	2,513,276	4,715,095	8,791,197	3,4	6,4	11.9
Atchison, Topeka, Santa-Fé	1605	1,275,850	3,222,672	4,498,522	2,2	5,5	7.7
Missouri Pacific	679	1,105,490	3,147,392	4,252,882	4,4	12,7	17,1
S.-Louis, Iron Mountain et Pacific	1102	1,264,421	2,733,448	3,997,869	3,2	6,8	10,0
Union Pacific	1678	—	—	11,271,610	—	—	18.0
Central Pacific	3125	3,480,026	6,032,490	9,512,515	3,0	5,3	8,3
Chicago et Alton	1267	1,793,203	3,018,314	4,811,516	3,8	6,5	10,3
Texas Pacific	715	666,440	1,147,060	1,813,501	2,5	4,4	6.9
Richmond-Danville	322	392,514	734,880	1,187,394	3,3	6,2	10,1

DES VOYAGEURS ET DES MARCHANDISES
ÉTATS-UNIS EN 1878-1879.

MOUVEMENT DES VOYAGEURS					MOUVEMENT DES MARCHANDISES				
NOMBRE TOTAL de voyageurs.	NOMBRE DE VOYAGEURS KILOMÈTRES.	NOMBRE DE VOYAGEURS rapportés à la distance entière.	PARCOURS MOYEN en kil. des voyageurs.	NOMBRE DE VOYAGEURS par train.	NOMBRE DE TONNES.	NOMBRE DE TONNES — KILOMÈTRES.	NOMBRE DE TONNES rapportées à la distance entière.	PARCOURS MOYEN en kilomètres de la tonne.	TONNES DE MARCHAND par train.
8,130,643	468,434,737	290,953	57	55	9,015,753	3,696,281,470	2,295,830	409	194
648,184	24,876.948	358,457	39	19	1,204,637	2,383,934	343,665	190	97
4,894,527	240.076,305	160,755	47	46	8,212,641	2,526,446,697	1,690,392	307	186
3,587,899	166,012.643	510,410	46	74	1,209,630	101,731,241	337,550	84	75
5,199,160	163,009,797	100,370	31	74	2,738,096	524,030,526	1.011,641	191	94
5,948,645	250,812,526	142,588	42	41	13,684,041	3,440,059,880	1,955,130	252	172
7,204,654	236,531,794	345,290	32	51	5,052,995	535,001,342	927,007	107	126
449,102	18,615,871	40,118	31	32	4,130,126	814.528,007	1,755.450	197	234
7.908,648	159,362,472	110,970	20	46	12,325,556	1,317,619,029	917,560	105	137
					dont charbon 8,147,580				
930,204	24,283,583	49,760	26	18	7,093,109	832,644,600	1,706,237	118	149
					dont charbon 4.361,785				
—	—	—	—	—	(1)2,638,841	—	—	—	—
166,369	16,679.159	23.692	100	22	686,526	270,811,234	394,370	393	108
2,822,121	227,271,330	119,9 0	81	63	7,541,294	2,790,811.738	1,472,720	370	232
1,445,655	150,104,212	123,728	.04	55	3,513,819	1,162 290,253	898,215	331	194
2,254,341	139,114,426	184.502	62	53	3.679,382	1,292,915,748	1,714,742	354	119
963,491	66.377,690	85,546	69	37	3,259.843	701,935,716	851.690	216	103
778,461	50,672.248	157,675	65	50	2,726,847	591.476,987	1,836,880	217	156
40,757	17,782,976	42,040	43	25	453,963	138,689,320	327,630	306	82
789,257	71,467,634	64,735	91	44	2,052,692	1,003.646,630	909,105	489	213
674,177	62,938,170	63,574	93	43	1,184,159	333,822,915	337,190	282	117
237,472	19.652,101	88,923	83	35	787,799	115,095,565	520,794	146	71
740,181	54,855,327	87,211	74	34	2,299,711	645,783,831	1,025,052	282	112
793,350	59,207,009	37,808	76	30	2,282,180	381,690,75[illegible]	243,740	167	122
2,421,202	191,036,997	66,537	79	57	4,686,520	1,833,441,872	638,608	392	187
1,500.960	101,126,634	55,830	67	40	2,236,270	780,222,436	430,820	349	89
3,328,427	186,870,256	54,481	56	40	4,265,937	1,097,874,080	320.250	234	123
1,555,466	125,772,543	39,144	81	39	2,559,734	646,569,131	201,230	254	79
1,807,744	71,775,025	35,497	40	28	2,324,485	540,108,034	267,110	234	115
314,000	—	—	—	—	802,121	—	—	—	—
896,401	64,432,575	94.753	72	59	1,893,657	354,014,850	520,590	186	112
652,757	50,470.730	45,880	77	40	981,139	364,784,107	331,016	372	133
188,315	155,019,842	92,401	825	—	992,886	702,047,180	418,380	708	—
6,842,107	287,825,053	92,104	42	82	1,864,335	632,648,841	202,440	340	105
843,429	87.2[illegible]2,707	68,890	103	48	2,634,177	647,596,740	511,130	246	216
191,958	18,758 180	26.230	97	28	379,125	81,665,3[illegible]6	114,210	214	72
100,234	11,361,899	35,28[illegible]	113	29	308,060	53,324,287	165,600	55	73

(1) Ce chiffre comprend seulement les transports de transit et celui des charbons.

Ce qui frappe tout d'abord à l'inspection de ce tableau, c'est l'énorme prépondérance du mouvement des marchandises sur celui des voyageurs; pour l'ensemble des trente-quatre compagnies qui y figurent et qui embrassent un réseau total de près de 44 000 kilomètres, soit près du tiers du développement des chemins de fer aux États-Unis, on compte, en ne considérant tout d'abord que les nombres de voyageurs et de tonnes de marchandises transportés, 131 millions de tonnes de marchandises pour 76 millions de voyageurs, soit un rapport de 1,73; le rapport est de 8,3, quand on compare le nombre de tonnes kilométriques au nombre de voyageurs kilométriques. On voit par là le rôle considérable que joue la distance dans les transports de marchandises.

Si l'on compare d'autre part le même tableau au tableau indicatif de la fréquentation des chemins de fer des États-Unis pour l'année 1869 que donne l'ouvrage de M. Malézieux, où l'on retrouve une grande partie des mêmes réseaux, on constate que le mouvement des voyageurs a peu changé dans l'intervalle, tandis que celui des marchandises s'est considérablement accru.

M. Malézieux donne, en effet, pour le nombre moyen de voyageurs rapporté à la distance entière, pour l'ensemble des lignes comprises dans son tableau, le chiffre de 110 000, qui est légèrement supérieur à celui de 91 800, que l'on tire de notre tableau; pour les marchandises, le chiffre de 360 000 tonnes qu'il donne pour le trafic moyen des lignes américaines est à peu près la moitié de celui de 760 000 tonnes qui résulte de notre tableau.

Cette augmentation du trafic sur l'ensemble des grands réseaux, répond d'ailleurs exactement à celle que nous avions déjà constatée sur les trois Trunk-lines aboutissant à New-York et pour la production générale dans la dernière période décennale. Sur certaines lignes, comme celle du Lake Shore et Michigan R.R., le mouvement des marchandises a même triplé depuis 1870.

Cette ligne, bordant les lacs et tracée dans des conditions de profil qui se prêtent à une exploitation très économique (les déclivités n'y dépassent pas $0^{m},007$, ce qui permet de transporter en moyenne par train un poids utile de 232 tonnes), est une de celles qui soutient le mieux la concurrence de la navigation sur les lacs, ses frais d'exploitation par tonne et par kilomètre ne dépassant pas 0 fr. 012 en moyenne.

Sur la ligne du Michigan Central, placée dans des conditions ana-

logues, le mouvement des marchandises dans la direction de l'Ouest, a été doublé dans l'espace d'une année; mais par suite du grand abaissement des tarifs, c'est à peine si l'accroissement du mouvement de transit équivaut pour la compagnie au bénéfice résultant de l'accroissement de 27 pour 100 du trafic local, sur lequel elle perçoit des tarifs beaucoup plus élevés. Le chiffre relativement considérable des voyageurs transportés sur cette ligne est dû à l'affluence des immigrants venant par le Canada.

Les renseignements fournis par les comptes rendus des Compagnies ne permettent de connaître que pour un petit nombre de ces lignes la proportion exacte des deux mouvements de marchandises dans les deux sens opposés de l'Est à l'Ouest, et de l'Ouest à l'Est. Ce qui est certain, c'est que le premier est sur la plupart des lignes beaucoup moindre que le second. Sur la ligne principale du réseau pennsylvanien, le nombre de tonnes kilométriques transportées de l'Est à l'Ouest n'a été en 1879 que de 394 269 881 tonnes, tandis que de l'Ouest vers l'Est il atteignait 1 742 439 006 tonnes, soit plus de quatre fois le premier. Sur le Lake Shore et Michigan R.R., le rapport est encore de plus du double; il diminue un peu dans les régions de l'Ouest, où les transports de produits agricoles sur les voies ferrées ne font que prendre naissance. On n'évalue pas à plus de 16 pour 100 pour 1880 la fraction du mouvement général des transports sur les Trunk-lines, qui provient d'au delà du Mississippi.

Quant au rapport des deux mouvements local et de transit, il suit naturellement une progression inverse.

Pour l'ensemble des Trunk-lines, M. Fink a constaté qu'en 1880 le trafic local avait fourni 43 pour 100 du mouvement total des marchandises transportées de l'Ouest à l'Est, et 26 pour 100 du mouvement total dans le sens opposé.

Sur la grande ligne du Pennsylvania R.R., il y a eu en 1879 pour 13 684 041 tonnes de marchandises transportées, seulement 2 076 540 tonnes de transit, soit 15 pour 100 environ. La proportion est renversée sur le Michigan Central, où le transit forme 75 pour 100 du mouvement total; sur les lignes situées le plus à l'Ouest, comme celles d'Hannibal, Saint-Joseph, et Saint-Louis et Iron Mountain, la prépondérance du trafic de transit est également très marquée.

On conçoit d'ailleurs que le trafic local, ne pouvant se déve-

lopper qu'avec la population et l'industrie, ne rencontre de conditions vraiment favorables que dans les États de l'Est, et les plus anciennement colonisés des États de l'Ouest, où les centres de population sont plus nombreux et plus importants, et où l'industrie manufacturière occupe plus de bras. Les compagnies sont d'autant plus disposées partout à favoriser ce trafic, que c'est le seul sur lequel elles puissent absolument compter et percevoir des tarifs vraiment rémunérateurs.

Comparaison avec les lignes françaises. — Si l'on compare maintenant les mouvements de voyageurs et de marchandises constatés sur les lignes américaines aux mêmes mouvements sur les lignes françaises, on remarque que sur les lignes les plus importantes le mouvement des voyageurs rapporté à la distance entière est généralement loin d'atteindre celui des grandes lignes françaises. Les lignes de Boston et Albany et de New-York, New-Haven et Hartford, qui sont très courtes, atteignent seules des mouvements comparables à celui des lignes françaises de l'Ouest et du Nord; celles du Pennsylvania et de l'Érié ne donnent pas la moitié de ce dernier mouvement. Quant aux lignes américaines de l'Ouest, leur mouvement de voyageurs atteint à peine celui de nos lignes secondaires.

Par contre, le mouvement des marchandises est double et même triple sur les Trunk-lines de celui de nos lignes les plus chargées de trafic. C'est ainsi que le Nord français ne comptait en 1876 que 694 450 tonnes à distance entière, tandis que pour le New-York Central et Hudson River R.R. le mouvement a dépassé en 1879 deux millions de tonnes, et qu'il a été la même année de plus de 1 600 000 tonnes sur un grand nombre de lignes des États de l'Est. Ce mouvement dépasse encore sur les grandes lignes des États de l'Ouest celui de nos grandes lignes. Si l'on songe, ainsi que nous en avons déjà fait la remarque, que sur la plupart des lignes américaines le trafic est loin de se répartir uniformément dans le cours d'une même année, on peut se faire une idée de l'énorme importance des transports auxquels ont à pourvoir à certains moments les grandes Compagnies américaines, et on s'explique comment quelques-unes d'entre elles aient pu en venir à l'établissement coûteux d'une quadruple voie, pour répondre aux exigences de leur trafic.

Les lignes à voie unique, qui relient les Trunk-lines aux grands entrepôts de l'Ouest, et quelques-unes des lignes de l'Ouest elles-mêmes, sont obligées d'admettre maintenant comme très prochaine la pose d'une deuxième voie pour pouvoir suffire à leur trafic toujours croissant, après avoir dû, à cause du matériel de plus en plus lourd qu'elles emploient, remplacer les rails primitifs par de nouveaux rails plus résistants en acier et procéder au ballastage pour consolider l'assiette de la voie [1].

Le groupement en un certain nombre de réseaux des lignes de chemins de fer, se terminant aux ports de l'Atlantique, et l'extension du système général des voies ferrées au delà du Mississipi, n'ont exercé sur le développement du mouvement commercial des États-Unis une si grande influence que par ce qu'ils ont été complétés par d'autres progrès accomplis en vue de favoriser à la fois la sécurité, la continuité et le bon marché des transports, quels que soient les lieux de provenance et de destination. Parmi ces progrès nous signalerons :

1° L'établissement d'installations spéciales pour le raccordement des diverses lignes, voies de raccordement, gares communes, appareils de transbordement, etc. [2].

2° L'organisation, entre les diverses Compagnies, de sociétés coopératives de transports possédant un matériel qui peut circuler, soit par wagons isolés, soit en trains complets sur les différents réseaux.

3° L'accord intervenu entre la plupart des Compagnies pour établir des tarifs communs permettant de faire parvenir les expéditions partant d'une station quelconque à une autre station également quelconque, en empruntant un itinéraire déterminé sur plusieurs réseaux, sans que l'expéditeur ait à s'en occuper, une fois la remise faite de la marchandise à la gare d'expédition.

4° L'emploi comme instrument de circulation dans les transactions commerciales de la lettre de voiture ou connaissement sur expédition en transit (*through bill of lading*), c'est-à-dire d'une lettre de

---

1. La ligne de Chicago, Burlington et Quincy vient de se décider à établir une seconde voie après avoir atteint en 1879 un tonnage rapporté à la distance entière de 638 700 tonnes, voisin de celui de la ligne française qui a le plus fort trafic en marchandises.

2. En 1879, les lignes de Pittsburg, Fort Wayne et Chicago ; Chicago et Alton ; Chicago Milwaukee et Saint-Paul, se sont entendues pour l'établissement d'une gare commune à Chicago. Une gare semblable existe à Saint-Louis depuis plusieurs années (t. I, p. 462).

voiture délivrée à l'expéditeur par la compagnie réceptionnaire, transmissible par endossement, et susceptible d'être immédiatement négociée par un tiers. Cette transformation de la lettre de voiture en véritable lettre de change ou warrant est d'autant plus précieuse pour le commerce qu'il s'agit d'expéditions mettant plus de temps à parvenir à destination, et qu'elle s'applique même aux expéditions faites à l'étranger. Elle n'a pas peu contribué à communiquer au mouvement des transports de céréales, sur l'ensemble des réseaux, l'activité nécessaire pour répondre aux besoins des marchés européens en 1878, 1879 et 1880.

5° L'abaissement progressif des tarifs, rendu possible par de notables économies réalisées dans l'exploitation des chemins de fer, et l'application sur la plus grande échelle des tarifs différentiels, non seulement sur les grandes lignes concurrentes, mais encore sur les lignes indépendantes des grands réseaux, étendue notamment aux expéditions à l'étranger, un grand nombre de compagnies de chemins de fer passant des marchés avec des lignes transatlantiques pour obtenir des débouchés directs sur le marché européen, et fournissant ainsi à leurs clients le moyen d'y écouler directement leurs produits.

Ces progrès accomplis par l'industrie des transports, qui, suivant l'expression de M. Joseph Nimmo, le statisticien du bureau fédéral du commerce à Washington, tendent à faire de l'organisation des chemins de fer, prise dans son ensemble, quelque chose de semblable au service postal et à égaliser les conditions de la concurrence entre les diverses communautés commerciales, de manière à ne plus faire dépendre leur prospérité que de leur esprit d'entreprise et de la puissance de leurs capitaux, n'ont été toutefois réalisés qu'au prix d'assez rudes épreuves, ainsi que nous allons le voir, avant d'aborder la question des tarifs.

CHAPITRE XXIV

RÉGIMES DE LA CONCURRENCE ET DE LA COALITION

Concurrence entre les compagnies. — Pendant un certain temps, les grandes compagnies ont cherché à s'assurer le monopole des transports sur toute l'étendue de leurs réseaux respectifs, limités aux États dont elles tenaient leurs concessions; ayant encore entre elles peu de points de contact, elles ne pouvaient du reste se faire une concurrence sérieuse. En matière de tarifs, elles n'avaient à observer d'autres limites que celles au delà desquelles elles pouvaient craindre de nuire au développement de leur trafic, ou de se mettre trop ouvertement en contravention avec les statuts de leurs concessions; elles n'étaient pas d'ailleurs encore en mesure de disputer aux voies navigables le transport en transit des céréales, la plupart d'entre elles n'ayant pas d'accès aux grands entrepôts des États de l'Ouest.

Cette situation s'est prolongée pendant toute la période d'extrême activité qui a rempli l'intervalle entre la fin de la guerre de sécession et le commencement de la dernière crise commerciale, c'est-à-dire de 1865 à 1873. La prospérité de toutes les industries assurait alors à la plupart des lignes un mouvement de marchandises assez considérable, pour qu'elles n'eussent pas à se préoccuper des moyens de l'accroître. C'est seulement quand la crise est venue, et que l'industrie, momentanément surexcitée, a cessé de fournir à leur trafic un aliment suffisant, que les Trunk-lines, dont les réseaux avaient fini par se raccorder d'une manière plus ou moins directe aux diverses lignes déjà établies dans les États de l'Ouest, sont sérieusement entrées en lutte pour transporter les produits de ces États, constituant le principal appoint sur lequel elles pouvaient compter pour faire face à la contraction subite du trafic local.

La concurrence s'est naturellement étendue aux transports de

l'Est vers l'Ouest, consistant principalement en objets manufacturés dans les États de l'Est, ou importés d'Europe; toutefois, pour ces marchandises qui représentaient un tonnage beaucoup moins considérable que les premiers, la concurrence ne pouvait être aussi vive, chaque compagnie ayant, pour les produits provenant des manufactures situées sur l'étendue de son réseau ou importees par son port terminal, une sorte de monopole qu'il était difficile de lui enlever.

Organisation du service commercial. — Indépendamment de la pénétration des divers réseaux les uns par les autres, l'organisation du service commercial, particulière aux compagnies américaines, n'a pas peu contribué à favoriser entre elles les guerres de tarifs.

Chaque compagnie entretenait en effet un grand nombre d'agents commerciaux (*soliciting agents*), chargés de se mettre en rapport avec les négociants et les industriels, pour les amener par l'appât d'une réduction de tarifs (*rebate*) à confier leurs expéditions à la compagnie qu'ils représentaient. Ces agents, auxquels la plus grande liberté d'action était donnée à l'égard des tarifs, trouvaient souvent une source de bénéfices à la fois dans la prime qu'ils recevaient des compagnies et dans les commissions qu'ils se faisaient payer par les expéditeurs. Les modifications arbitraires qu'ils faisaient subir aux tarifs des compagnies, devenus souvent purement nominaux, étaient parfois aussi contraires aux intérêts du public, par la manière tout à fait inégale et injuste dont étaient traités les divers expéditeurs ou destinataires, qu'à ceux des compagnies elles-mêmes, aux dépens desquelles étaient acceptées des réductions exagérées, accordées souvent pour des motifs auxquels la concurrence était complètement étrangère.

Lorsqu'une compagnie, au lieu d'être administrée par des directeurs nommés par les actionnaires, était, comme cela arrivait souvent, placée sous le régime du séquestre, l'absence de direction intéressée laissait encore plus de liberté aux agents commerciaux pour l'application des tarifs. Il a souvent dépendu de la fantaisie des agents de quelque ligne insolvable, vendant les transports au rabais, comme un négociant en mauvaises affaires vendrait à vil prix ses marchandises, de faire cesser un accord intervenu entre plusieurs compagnies pour cette application, et de rallumer la guerre

entre elles. Ces lignes en mauvaises affaires ont été, comme on l'a dit souvent, dans les associations de tarifs, comme une maille trop faible, qui amène la rupture de la chaîne dont elle fait partie. En revanche, ce sont les compagnies les plus puissantes qui ont pu le mieux supporter les conséquences de la rupture, et qui, en fin de compte, ont dicté leurs conditions aux autres.

Guerres de tarifs. — Les guerres de tarifs ont été fréquentes, aussi bien dans les États de l'Est et de l'Ouest qu'entre les compagnies du Sud, de 1872 à 1876. Ces guerres, interrompues par des trêves momentanées, ont eu pour le commerce tous les inconvénients qu'entraîne à sa suite l'extrême instabilité des tarifs, sans autre compensation que l'avantage d'une baisse momentanée pour les transports effectués sur certains parcours. Elles ont fait subir à la plupart des compagnies des pertes sensibles, sans jamais amener de résultats décisifs, parce qu'elles n'étaient pas susceptibles d'influer autrement que d'une manière temporaire sur les prix des marchandises transportées, et que les grandes communautés commerciales spécialement desservies par les lignes rivales ne pouvaient leur permettre d'abandonner définitivement une lutte où leurs intérêts étaient en jeu autant et plus que ceux des compagnies elles-mêmes.

Une des guerres de tarifs (*Rate wars*), qui ont duré le plus longtemps, est celle qui éclata en 1874 entre les Trunk-lines, à la suite d'une conférence tenue à Saratoga (New-York) en juillet 1874, entre les représentants de ces lignes, pour jeter les bases d'un accord permanent sur cette question. Déjà, depuis plusieurs années, des conventions avaient lieu à des périodes fixes pour arrêter des tarifs généraux, applicables aux voyageurs et aux marchandises, conventions qui ne menaient jamais à rien, parce qu'aucune des parties contractantes n'était disposée à les prendre au sérieux. Il s'était agi pour la première fois à Saratoga d'assurer d'une manière plus effective l'application des tarifs communs par la nomination de deux commissaires nommés d'un commun accord, et chargés de surveiller respectivement cette application pour les lignes situées, les unes à l'Est, les autres à l'Ouest d'une ligne idéale passant par Buffalo et Pittsburg. Les compagnies du New-York Central et Hudson River, de l'Érié et du Pennsylvania, avaient fini par s'entendre à ce sujet.

Le Baltimore et Ohio R.R., qui venait de s'ouvrir un accès direct sur Chicago, par suite de l'achèvement de son embranchement de Pittsburg (novembre 1874), ayant rejeté les bases de cet accord, une guerre de tarifs éclata entre les Trunk-lines; elle fut surtout vive entre le Baltimore et Ohio et le Pennsylvania, et remplit tout l'hiver de 1874 à 1875 et une partie du printemps de 1875. Les tarifs pour les transports de marchandises des entrepôts de l'Ouest aux ports de l'Est furent réduits à des chiffres extrêmement bas; ils descendirent jusqu'à 0 fr. 012 par tonne et par kilomètre pour les marchandises, et à 0 fr. 045 par kilomètre pour les voyageurs.

Cette baisse amena la suppression complète des dividendes sur le Michigan Central, une des lignes les plus solides de l'Union, et la suppression du payement des obligations sur l'Érié et sur l'Atlantic et Great Western R.R.

La guerre finit par un traité où l'on convint d'abroger toutes les dispositions de l'arrangement de Saratoga, et de revenir à l'ancien système d'accord sur les tarifs, dont l'expérience avait cependant démontré le caractère complètement illusoire. Toutefois, à partir de ce moment, le Baltimore et Ohio R.R. fit cause commune avec les autres Trunk-lines américaines; la lutte ne continua plus qu'entre ces compagnies et celle du Grand Trunk du Canada.

Cette compagnie, placée, ainsi que nous l'avons vu plus haut, dans des conditions moins favorables que ses concurrentes, en ce qu'elle ne disposait pas encore d'une ligne complète de Chicago à l'Atlantique, et qu'elle ne pouvait que par un assez long détour amener les produits de l'Ouest aux ports de Boston et Portland, seuls débouchés qui lui fussent ouverts pendant l'hiver, par suite de l'obstruction du Saint-Laurent par les glaces, était parvenue à attirer sur son réseau un certain mouvement, en tenant ses tarifs plus bas d'un à deux francs par tonne de Chicago à l'Atlantique que les autres lignes. L'entente n'ayant pu s'établir entre le Grand Trunk et les Trunk-lines américaines au sujet de cet écart, dont celles-ci demandaient la réduction, il s'ensuivit une guerre de tarifs, pendant laquelle la compagnie canadienne, durant plusieurs mois, effectua les transports de céréales sur Boston à des prix inférieurs de plus de moitié à ceux que l'on payait de Chicago à New-York.

Comme ces tarifs étaient ruineux pour le Grand Trunk Ry, les autres compagnies ne se fussent pas sérieusement préoccupées de lui tenir tête, sans les plaintes des centres commerciaux intéressés,

notamment de New-York, Philadelphie et Baltimore, auxquels le détournement du mouvement des céréales vers Boston et Portland menaçait de porter un grave préjudice. Les Trunk-lines américaines furent ainsi conduites à abaisser leurs tarifs au-dessous de ceux du Grand Trunk pour l'amener à composition, sauf à rétablir ultérieurement, d'accord avec cette compagnie, les tarifs sur des bases rémunératrices.

L'entente qui s'était rétablie entre les cinq grandes compagnies, à la fin de 1875, ne fut pas de longue durée. Elle reposait sur l'adoption de tarifs différentiels de Chicago aux différents ports de l'Est, tenant compte dans une certaine mesure de l'inégalité des distances. Les tarifs pour Boston par exemple, devaient être de 5 fr. 50 plus bas par tonne que pour New-York; ceux-ci, plus élevés de la même somme que pour Philadelphie. Bien qu'on eût fini, sur la demande du commerce de New-York, par mettre ce port sur le même pied que Boston et par limiter à 10 pour 100 et à 12,50 pour 100 les réductions de tarifs à accorder à Philadelphie et à Baltimore, New-York se plaignit encore de n'être pas assez bien partagé.

Sur le refus des compagnies aboutissant aux autres ports de modifier de nouveau leurs tarifs de transit, tous les engagements entre les compagnies furent rompus, et la concurrence recommença de plus belle. Du 3 mai au 14 juin 1876, les tarifs entre Chicago et New-York, sur le New-York Central furent abaissés de 130 francs la tonne à 70 francs, et sur le Grand Trunk jusqu'à 62 fr. 50. On vit, pendant près de six mois, des chargements de marchandises transportés à plus de 1600 kilomètres vers l'Est à raison de 18 francs, et vers l'Ouest, à raison de 14 francs par tonne, soit à raison de $1^c,1$ et $0^c,9$ par tonne et par kilomètre.

La lutte dura huit mois, et elle se termina, en décembre 1876, par un premier accord entre les cinq Trunk-lines pour les transports de transit de l'Est à l'Ouest, qui a conduit, comme nous le verrons plus loin, avec divers perfectionnements, à une association, sinon permanente, du moins beaucoup plus durable pour le maintien et la révision périodique de tarifs communs pour les points où les lignes sont en concurrence.

Dans l'Ouest, où la construction de nouveaux chemins de fer tend encore chaque jour à faire varier le nombre des lignes rivales et les conditions de leur concurrence, les guerres de tarifs ont duré plus longtemps, et les associations tentées pour y porter remède ont

subi jusqu'à ces derniers temps de plus fréquentes ruptures qu'ailleurs. C'est ainsi qu'après avoir formé, en septembre 1877, une association (*southwestern rate association*) pour combiner leurs tarifs, sans entrer dans aucun arrangement particulier avec les Trunk-lines, toutes les compagnies dont les réseaux aboutissent de Chicago, Hannibal et Saint-Louis, aux quatre passages principaux du Missouri, ont vu leur association dissoute par suite d'une entente établie entre l'une d'elles, l'Hannibal et Saint-Joseph R.R., et une compagnie étrangère à l'association, le Wabash R.R., aboutissant à Toledo, sur le lac Érié, pour diriger sur cette dernière place de commerce le mouvement de transit qui arrive de l'Ouest à Hannibal.

Toledo, étant en communication avec New-York par des voies navigables et par plusieurs voies ferrées, est parvenu ainsi à attirer sur l'Hannibal et Saint-Joseph R.R., pendant un certain temps, un trafic plus considérable que celui des six autres chemins de fer aboutissant au Mississipi. La guerre de tarifs qui s'en est suivie, favorisée par l'opposition d'intérêts existant entre Saint-Louis et Chicago, à un moment, où, le port de Chicago étant fermé par les glaces, le mouvement des grains tendait à se porter par Saint-Louis sur la Nouvelle Orléans, a duré une partie de l'année 1878.

Après une courte trêve, elle s'est rallumée en 1879, à l'occasion d'un arrangement passé par la compagnie du Wasbash R.R. pour se relier avec une ligne toute nouvelle, le Saint-Louis, Kansas City et Northern R.R., qui enlevait à l'Hannibal et Saint-Joseph R.R. la plus grande partie de son ancien trafic, en créant un nouveau compétiteur aux chemins aboutissant du Missouri à Saint-Louis et à Chicago.

On aura une idée du trouble apporté dans l'économie des tarifs des compagnies de chemins de fer de cette région par ces alternatives de concurrence et de coalition par ce fait, que du premier au 15 avril 1879 les tarifs ont baissé pour les voyageurs entre Kansas City et Saint-Louis de 42 fr. 50 à 2 fr. 50, tandis que les tarifs spéciaux pour les marchandises baissaient de 27 fr. 50 à 5 fr. 50.

Associations de tarifs. — Il est à remarquer toutefois que les guerres de tarifs dans les années 1878, 1879 et 1880 ont été généralement plus rares et plus courtes. Les compagnies ont fini par comprendre que, dans une guerre de tarifs, chaque compétiteur était bien plus sûr de faire du mal à autrui, que d'en retirer du

bénéfice pour soi-même, et que, ne pouvant songer à supprimer définitivement leurs concurrents soutenus par les grandes places de commerce auxquelles ils servaient de débouchés, les divers réseaux de chemins de fer n'avaient rien de mieux à faire que de partager à l'amiable entre eux le trafic qu'ils s'étaient disputé jusqu'alors.

Ce n'est cependant qu'avec une très grande réserve que les compagnies se sont engagées dans la voie des associations de tarifs ayant pour objet de substituer un régime de paix permanente à celui des guerres intermittentes. Bien que G. Stephenson eût, dès le début des chemins de fer, proclamé le caractère fatalement nécessaire de cet accord, le principe de la libre concurrence, qui est en Amérique, plus encore qu'ailleurs, l'âme de l'industrie et du commerce, avait trop de prix aux yeux des compagnies, comme aux yeux du public, pour qu'elles pussent se décider à enchaîner leur liberté d'action, autrement que d'une manière restreinte, et seulement dans des cas où il y allait de leur intérêt bien évident.

Les associations ont donc d'abord porté sur certains transports, et sur certaines lignes de transport à l'exclusion des autres, et ce n'est que peu à peu que l'objet de ces associations a pris un caractère plus général.

Il y a lieu de constater tout d'abord que ces associations (*pooling associations*), qui se sont surtout généralisées depuis l'année 1877, ont pour but, moins l'uniformité des tarifs, que le partage entre les divers compétiteurs du trafic et des produits qu'ils pourraient se disputer; de là leur nom [1]. Ce partage, susceptible de porter sur le trafic brut en tonnes ou sur les produits du trafic, est réalisé de deux manières : ou bien par la répartition, suivant une proportion convenue, des expéditions entre les diverses compagnies concurrentes, assurée par un groupe d'expéditeurs, ou bien par l'attribution à chaque compagnie d'une part déterminée dans les produits mis en commun, qui est opérée de manière à lui ôter tout intérêt à transporter plus que sa part de marchandises ou de voyageurs. Ce dernier système est le plus commun; le premier, qui ouvre la porte aux abus en chargeant de la répartition des agents par le

1. Le mot de *pool* (poule) est emprunté aux jeux de hasard; la réunion des enjeux, destinée à constituer le gain d'un seul des joueurs, est remplacée par une égale distribution des bénéfices entre les Compagnies, qui les assure contre les chances de perte.

fait irresponsables, est devenu très rare; il ne s'applique d'ailleurs qu'à certaines natures de marchandises déterminées.

Les premiers essais d'entente permanente pour le partage des transports de voyageurs et de marchandises entre plusieurs compagnies concurrentes paraissent remonter à la fin de 1870, et avoir été occasionnés par l'ouverture de la ligne du Pacifique entre Omaha et San-Francisco.

Premiers essais d'association. — Trois lignes principales reliaient alors Omaha, terminus de l'Union Pacific R.R., à Chicago :

1° Une ligne faisant partie d'un des réseaux les plus étendus des États-Unis, celui de Chicago et North Western R.R., et ayant une longueur de 488 kilomètres;

2° Le Chicago, Rock Island et Pacific R.R., long de 493 kilomètres:

3° Le Chicago, Burlington et Quincy R.R., long de 503 kilomètres.

Ces trois compagnies, toutes trois dans une situation assez prospère, s'entendirent pour appliquer aux transports en transit de Chicago à Omaha les mêmes tarifs, et pour partager également entre elles les bénéfices résultant de cette application, en déduisant des recettes brutes, pour frais d'exploitation, 45 pour 100 pour les voyageurs, et 50 pour 100 pour les marchandises. Pour simplifier les comptes et réduire les balances en argent, les lignes partant des États de l'Est et aboutissant à Chicago, le Michigan Central, le Lake Shore et Michigan, et le Pittsburg, Fort-Wayne et Chicago, délivraient successivement par semaine à chacune des trois compagnies associées leurs marchandises à destination d'Omaha.

Cette association, qui existe encore, a traversé sans interruption la période d'agitation des Grangers[1], et les compagnies, comme le public même, paraissent bien se trouver de son maintien, qui assure aux transports plus de sécurité et de régularité.

Le prolongement de certaines lignes voisines, comme celle du Wabash, Saint-Louis et Pacific jusqu'à Omaha, en créant une concurrence à l'association des lignes précitées, a toutefois rendu nécessaire dans ces dernières années une nouvelle répartition du trafic, où les associés primitifs ont dû admettre un certain nombre de nouveaux copartageants.

1. On appelle ainsi une association de cultivateurs organisée en 1872 en vue de forcer les compagnies de chemins de fer à abaisser leurs tarifs.

L'établissement d'une nouvelle ligne crée d'ailleurs toujours forcément pour chaque groupe de lignes concurrentes une situation nouvelle; tant que le trafic ne s'est pas développé de manière à assurer un bon rendement à cette ligne additionnelle, il faut de toute nécessité que les compagnies concurrentes subissent une réduction de bénéfices, ou que le public consente à payer plus cher leurs services.

Un autre système d'arrangement, en vue d'un objet tout spécial, se rattachant à la première catégorie de *pools* signalés plus haut, et qui a pris naissance en 1875, est celui qui a existé, entre les diverses lignes de l'Est aboutissant à Chicago, pour le transport des bestiaux. Jusqu'à cette époque, les compagnies s'étaient disputé la clientèle des expéditeurs peu nombreux entre les mains desquels se concentrait le commerce des bestiaux. Les différentes compagnies se sont mises d'accord pour se partager les transports de bestiaux, en intéressant à ce partage les plus gros expéditeurs ou égalisateurs (*Eveners*), qui se sont engagés à assurer à chaque compagnie sa proportion de transport de bétail en parfaisant au besoin les chargements des autres expéditeurs.

Parmi les conventions entre les compagnies limitées à une nature spéciale de marchandises, se rangent également celles qui ont été appliquées au transport du pétrole, ainsi qu'à l'extraction et au transport du charbon. Le pétrole, comme on le sait, une fois extrait, est accumulé par les compagnies qui font l'extraction de cette huile dans des réservoirs au moyen de conduites (t. I, p. 431), d'où on le charge dans des wagons spéciaux. La distance à parcourir pour le transporter aux raffineries, principalement situées à Cleveland, sur les bords du lac Érié, et à Philadelphie, est de 800 kilomètres environ. Pour faire cette expédition, les compagnies d'extraction et de raffinage peuvent choisir entre quatre lignes de chemins de fer.

Une de ces compagnies, la Standard Oil Company, dont les transports journaliers exigent plusieurs centaines de wagons et s'élèvent par mois à plus de 100 millions de litres, exerce sur les tarifs de ces compagnies une action prépondérante, car elle pourrait, en cas de non-entente avec les compagnies de chemins de fer, établir des conduites pour amener le pétrole aux ports d'embarquement. Ces compagnies de chemins de fer se sont entendues pour effectuer en commun ce transport à des tarifs modérés. Quelques difficultés

ont surgi néanmoins au sujet du transport de cette marchandise, par suite de l'existence d'une autre compagnie faisant la concurrence à la Standard Oil Company, l'Empire line Company, pourvue à la fois d'un matériel de transport et de conduites.

La Compagnie du Pennsylvania R.R., qui possédait la plupart des actions de l'Empire line Cy, et qui craignait de voir le port de Philadelphie abandonné par le commerce du pétrole, a fini par acheter tout le matériel de l'Empire line Cy et par passer une convention avec les autres compagnies de chemins de fer pour les transports de la Standard Oil Company.

Il sera question plus loin, dans un autre chapitre, des associations pour l'extraction et le transport des charbons, qui ont eu, surtout au point de vue financier, une importance beaucoup plus grande que toutes les autres.

Les associations que nous venons de passer en revue, ont cela de commun qu'elles s'appliquent seulement à certains parcours ou à certaines marchandises, pour lesquelles des tarifs communs sont établis de temps à autre; il n'existe point d'ailleurs d'organisation pour assurer l'exécution de ces conventions, et leur donner un caractère de permanence; leur existence dépend entièrement de la bonne foi et du bon vouloir des contractants.

Le gouvernement fédéral, comme les gouvernements des États particuliers, est d'ailleurs toujours resté étranger à ces questions de tarifs, où son ingérence ne pourrait que lui susciter des difficultés sans en rendre la solution plus facile.

Southern R.R. and Steamship association. — Un système d'association permanente, organisé de manière à obtenir la stabilité, moins des tarifs que de l'association même, et à réaliser, malgré les fluctuations de ceux-ci par l'effet de la concurrence avec les entreprises de transports rivales, une répartition déterminée du trafic, commence à apparaître dans une association créée, à la fin de l'année 1875, sous le nom de *Southern R.R. and Steamship association.*

Cette association, embrassant avec plusieurs lignes de chemins de fer situées dans les deux Carolines, la Georgie, le Kentucky et le Tennessee, un certain nombre de lignes de navigation à vapeur, a eu pour principal objet le partage des transports de coton à destination des États du Nord, et des marchandises diverses expédiées inversement de ces derniers États vers le Sud. Un certain nombre de compagnies,

reconnaissant qu'elles ne pouvaient compter que sur un faible trafic local, par suite de la rareté de la population dans les pays traversés, et de la concurrence des lignes de chemins de fer dont le nombre s'était encore accru depuis la guerre de sécession, avaient cherché à attirer, chacune sur son réseau, une partie du transit. Comme ce transit était lui-même peu important, il fut l'objet d'une compétition extrêmement vive entre les compagnies intéressées. Cette lutte n'ayant eu, comme toutes celles dont il a déjà été question, d'autre résultat que d'abaisser momentanément les tarifs au détriment de toutes les compagnies, elles essayèrent ensuite, pour la fixation des tarifs de transit, d'un système d'association dont les bases furent suggérées par M. Albert Fink, ancien directeur de la compagnie de Louisville-Nashville.

Dans une lettre publiée par la *Rail Road Gazette* le 7 avril 1876, M. Fink a exposé les principes, et le fonctionnement de l'organisation de la Southern Rail Road et Steamship Association, qui a eu pour but principal de remédier à l'insuffisance des conventions périodiques, soit pour résoudre des questions réclamant souvent une solution immédiate, soit pour assurer l'exécution de mesures prises en commun.

L'objet du système d'organisation syndicale, conçu par M. Fink, à l'imitation de celui qui régit aujourd'hui en Angleterre les rapports entre les grandes compagnies de chemins de fer, peut se résumer ainsi qu'il suit :

1° Partage entre les compagnies du trafic qu'elles pourraient se disputer.

2° Établissement de tarifs uniformes.

3° Règlement par voie d'arbitrage des différends entre les compagnies.

Cette organisation est destinée à remplir à l'égard des diverses compagnies des fonctions analogues à celles du gouvernement fédéral des États-Unis à l'égard des États qui composent l'Union.

Dans ce système, le pouvoir exécutif est représenté par un commissaire général de l'association, intermédiaire obligé entre toutes les compagnies pour tous les rapports qu'elles peuvent entretenir entre elles, et placé à la tête d'un bureau où se centralisent toutes les informations relatives au trafic commun. Ce commissaire est chargé de pourvoir à l'exécution de toutes les mesures arrêtées par les représentants des compagnies faisant partie de l'association,

réunis en conventions périodiques, et de prendre en outre, de sa propre initiative, celles qui ne peuvent être différées.

Les conventions périodiques, dans lesquelles réside le pouvoir législatif, nomment tous les fonctionnaires de l'association, arrêtent les points des divers réseaux sur lesquels il y a lieu à un partage de trafic (*competitive points*), fixent la classification des marchandises et les bases générales des tarifs, et déterminent les conditions de la répartition à faire entre les associés des produits, soit bruts, soit nets du trafic. Ces conventions statuent en outre sur toutes les mesures d'intérêt général, sans pouvoir toutefois s'immiscer dans les questions qui n'intéressent pas à la fois soit directement, soit indirectement, tous les membres de l'association.

Le commissaire général est chargé de régler tous les détails des tarifs et de la répartition des produits. Il tranche en outre les litiges pendants entre les compagnies, et supprime au besoin ceux de leurs agents commerciaux qu'il juge inutiles ou nuisibles à l'association.

Les compagnies intéressées ont le droit, au cas où elles n'accepteraient pas la décision du commissaire général, d'en appeler à une commission d'arbitrage qui constitue, avec le commissaire, le pouvoir judiciaire de l'association.

Enfin, une chambre de liquidation (*clearing house*), placée sous la direction du commissaire général, règle périodiquement les comptes de l'association.

Ainsi que le faisait remarquer M. Fink, cette organisation syndicale n'est qu'un instrument pour la conduite des affaires d'intérêt commun pour plusieurs compagnies; elle se prête à tous les arrangements particuliers que peuvent comporter la fixation des tarifs et la répartition du trafic; les parties contractantes ont toute liberté pour la matière même de ces arrangements; ce qui est seulement déterminé, c'est la forme dans laquelle ils seront conclus, et les règles suivant lesquelles il sera pourvu à leur mise à exécution.

Comme jusqu'alors le maintien et l'observation des arrangements conclus entre les compagnies dépendaient entièrement de la bonne volonté et de la bonne foi des parties contractantes, M. Fink formulait le vœu que le gouvernement fédéral reconnût l'existence légale de ces associations, de telle sorte qu'il ne fût plus possible à une des compagnies associées de se séparer des autres

à un moment quelconque, pour rallumer les guerres de tarifs. Il exprimait l'espoir que l'extension de ce système d'organisation syndicale revêtue d'un caractère public à l'ensemble des compagnies de chemins de fer aurait pour effet de faire cesser les fluctuations de tarifs si préjudiciables au commerce, de réprimer les abus commis par les agents chargés de leur application, de prévenir l'exagération des tarifs locaux, et de généraliser en définitive, sur l'ensemble des chemins de fer, l'action modératrice de la concurrence, pour le plus grand bien des compagnies et du public.

M. Fink repoussait d'ailleurs de la manière la plus complète, dans les affaires des compagnies, une ingérence de l'État qui aurait eu pour résultat de leur ôter la libre gestion de leurs affaires particulières, et, dans la conduite de leurs affaires communes, la part d'action que leur garantissait le système représentatif de l'association syndicale.

Nous verrons plus loin que l'organisation adoptée en septembre 1875 par la Southern R.R. et Steamship Association, d'après le conseil de M. Fink qui en a été le premier commissaire général, a fini par se substituer à celles qui avaient été successivement essayées pour d'autres associations plus importantes.

En ce qui concerne la Southern R.R. et Steamship Association en particulier, on doit constater que, malgré la complication résultant du grand nombre de compagnies associées et du caractère mixte des parcours, comprenant à la fois des lignes navigables et des voies ferrées, cette organisation a très bien rempli son but. Une fois les statuts adoptés, une classification des marchandises et des tarifs furent arrêtés, et l'on convint d'un certain partage du trafic sur les points de compétition pour les cotons expédiés vers le Nord, ainsi que pour les marchandises venant des États du Centre et de la Nouvelle-Angleterre.

Il fut entendu que le partage porterait sur les recettes nettes, mais qu'il se ferait, autant que possible, au moyen d'une division correspondante du trafic, pour diminuer les balances en argent. Une ligne ayant transporté plus que sa part de marchandises devait faire adresser le surplus aux autres, en gardant seulement 1/2 cent par tonne et par mille, soit $0^f,015$ par tonne et par kilomètre pour les marchandises transportées en excédent. Comme cette allocation était inférieure aux prix de revient du transport, aucune compagnie n'avait intérêt à transporter plus que sa part. Quand elle

dépassait cette part, elle n'avait d'ailleurs qu'à relever ses tarifs, pour obliger les marchandises à se reporter sur une autre ligne.

Les réunions du Clearing-house, où les compagnies échangeaient des communications périodiques au sujet du trafic commun, leur faisaient d'ailleurs connaître si elles avaient atteint ou dépassé leur part de trafic. Ces réunions avaient aussi l'avantage de fournir à toutes les compagnies des informations très exactes sur l'importance des transports faisant l'objet du partage, et de leur faire reconnaître que les produits en étaient parfois si insignifiants, qu'ils ne valaient pas la peine qu'on se les disputât.

Aussi les difficultés entre les compagnies associées paraissent-elles avoir porté moins sur le partage du trafic que sur l'inexécution des conventions relatives aux produits du trafic, certaines compagnies refusant parfois de se dessaisir des recettes une fois encaissées.

Néanmoins, l'association des compagnies de chemins de fer et de navigation du Sud n'a jamais été rompue définitivement, et elle a continué à se développer.

En 1875, l'association ne comprenait encore que vingt-cinq lignes; à une convention tenue le 10 avril 1879, à Atlanta (Georgie), elle comptait trente-six lignes, tant de chemins de fer que de navigation.

Associations des grandes compagnies des États de l'Est. — Entre les grandes lignes réunissant à travers les Alleghanies les États de l'Est et de l'Ouest, les associations de tarifs ont été loin de s'organiser tout d'abord d'une manière aussi complète et aussi stable. Nous avons déjà eu occasion de constater le rôle que jouaient dans les guerres de tarifs les agents commerciaux des compagnies, et les compagnies en faillite. Les premiers étaient naturellement mal disposés à l'égard d'un accord permanent entre les compagnies, qui menaçait de rendre leurs services inutiles, et ils avaient tout intérêt à l'empêcher.

Aussi plus d'une fois a-t-on vu des arrangements conclus entre les grandes compagnies, rompus à la suite d'un rabais sur les tarifs (*cutting of rates*) accordé secrètement par les agents de l'une d'entre elles.

Quant aux compagnies que leur mauvaise situation financière rendait plus particulièrement favorables à ces ruptures, elles ame-

naient le plus souvent, par l'effet d'une solidarité à peu près inévitable, celles des grandes compagnies de chemins de fer qui étaient obligées d'emprunter partiellement leurs réseaux pour avoir des débouchés sur l'Ouest, à revenir elles-mêmes aux anciens errements.

Le public, qui voyait avec regret les coalitions succéder à la concurrence, encourageait de son côté les agents commerciaux dans leur résistance aux mesures tendant à l'établissement d'un accord permanent entre les compagnies. Ce n'est qu'à la longue, sous l'impression des inconvénients de l'instabilité des tarifs, et surtout de la manière arbitraire dont ils étaient appliqués sous le régime de la concurrence complète, que l'opinion publique s'est modifiée.

Ce revirement a été aidé par l'appui que les hommes les plus compétents en matière de chemins de fer ont prêté à l'établissement du nouveau régime d'association, et par une appréciation plus exacte par le public et par les compagnies des conséquences de ce régime.

Nous avons déjà vu que, lorsque les grandes compagnies des États de l'Est avaient commencé à se préoccuper d'attirer sur leurs réseaux respectifs les transports des céréales de l'Ouest, en les faisant aboutir à Chicago et à Saint-Louis, elles s'étaient trouvées en présence de grandes communautés commerciales, déjà pourvues la plupart, grâce à la proximité de voies navigables, de débouchés assez amples pour qu'elles n'eussent pas à subir les prétentions des compagnies de chemins de fer. Ces compagnies ne pouvaient espérer, par exemple, que les ports de New-York, Boston, Philadelphie, Baltimore, qui avaient fait des sacrifices considérables pour attirer chez eux le transit des céréales, renonceraient à se disputer cette branche de commerce; elles étaient donc tenues d'abaisser leurs tarifs dans la mesure nécessaire pour que ces marchandises, en passant par chacun des ports, pussent trouver accès sur le marché européen.

Les grandes compagnies de chemins de fer, en définitive, lors même qu'elles n'avaient plus à craindre leur concurrence réciproque, étaient loin d'avoir toute liberté pour la fixation de leurs tarifs de transit; elles rencontraient tout un ensemble de conditions économiques préexistantes qu'elles ne pouvaient guère modifier à leur profit, et auxquelles elles devaient plutôt songer à s'accommoder. Obligées de compter avec les intérêts rivaux des grands

ports de l'Atlantique et avec la concurrence des voies navigables, elles ont été amenées à chercher dans l'association une assurance mutuelle contre les risques que cette concurrence leur faisait courir, et un moyen de perfectionner leur exploitation commerciale.

Les associations de tarifs (*pooling associations*) ont surtout fait des progrès rapides à partir de l'année 1877, une de celles où les compagnies ont été le plus éprouvées par la crise commerciale, et où la crainte de voir leurs recettes presque annulées par les guerres de tarifs les a rendues plus favorables à une combinaison qui leur assurait un mininum de recettes.

Trunk-lines Committee. — En avril 1877, une première tentative d'arrangement eut lieu entre les quatre Trunk-lines américaines, en vue d'arrêter les tarifs de transport des marchandises en transit, expédiées des États de l'Ouest vers les ports de l'Atlantique et inversement. Ce ne fut toutefois qu'en juillet de la même année que cet arrangement commença à recevoir une sérieuse exécution pour les marchandises transportées de l'Est à l'Ouest, par suite d'un accord intervenu entre les Trunk-lines américaines et le Grand Trunk canadien pour le partage du trafic (*West bound Trunk-lines pool*), complété par l'établissement d'une organisation analogue à celle de la Southern R.R. et Steamship Association, sous le nom de Trunk-lines Executive Committee, avec M. Fink comme commissaire.

Le partage des transports dirigés des grands ports de l'Est vers l'Ouest entre les diverses compagnies intéressées a été arrêté pour l'année 1880 par le comité des Trunk-lines ainsi qu'il suit :

NOMS DES COMPAGNIES.	POURCENTAGE ATTRIBUÉ DANS LES EXPÉDITIONS DE :			
	BOSTON.	NEW-YORK.	PHILADELPHIE.	BALTIMORE.
New-York Central et Hudson-River	63	35	7	—
Grand Trunk	17	—	—	—
New-York, Lake Érié et Western	8	31,5	12	—
Pennsylvania	7	25	71	30
Baltimore et Ohio	5	8,5	10	70
	100	100	100	100

On a admis au partage du transit partant de chaque port, non seulement les compagnies dont les réseaux y aboutissent directement, mais encore celles qui peuvent s'y relier par des lignes de chemins de fer ou de navigation indépendantes de leurs réseaux; l'Érié, par exemple, a une part des expéditions de Boston, parce qu'il dessert ce port par une ligne de steamers partant de New-York; le Baltimore et Ohio a accès à New-York et à Philadelphie en empruntant le Philadelphia, Baltimore et Wilmington, et le Philadelphia Reading.

Joint executive Committee. — Pour les transports en transit de l'Ouest vers l'Est, les lignes de chemins de fer, prolongeant vers Chicago et le Mississipi les réseaux des Trunk-lines[1], qui ont à soutenir la concurrence de la navigation sur les lacs, comme les Trunk-lines ont à subir celle du canal Érié, ont eu d'abord un comité exécutif à part, chargé de fixer d'accord avec le comité exécutif des Trunk-lines les tarifs de transit de l'Ouest vers l'Est. Mais l'indépendance des deux comités ayant de réels inconvénients, eu égard à la solidarité existant entre toutes les compagnies des deux groupes pour ce transit, les deux comités des Trunk-lines et des Western-lines finirent en décembre 1878 par se fondre en un seul Comité exécutif syndical (*Joint executive committee*), où sont représentées toutes les compagnies, tant de l'Ouest que de l'Est.

A ce syndicat, ayant pour président M. Fink, déjà commissaire du comité exécutif des Trunk-lines, n'ont pas tardé à se rallier la plupart des compagnies situées à l'Est du Mississipi et au Nord du Potomac, et à la fin de 1879, 37 lignes faisaient partie de l'association : l'une d'elles, celle de Louisville-Nashville, étendait l'action du comité exécutif jusqu'à Montgomery dans l'Alabama.

Les transports en transit de l'Ouest à l'Est ont fait pour toutes les marchandises, non compris le bétail, l'objet d'un premier partage, arrêté en août 1879 par la commission arbitrale nommée par le comité, pour les villes de Chicago, Indianopolis, Saint-Louis, Louisville et Cincinnati : on a distingué pour cette dernière ville les

---

1. Ces lignes dites Western-lines sont celles de Lake Shore et Michigan Southern; Michigan Central; Chicago, Indianopolis et Cincinnati; Pittsburg, Cincinnati et Saint-Louis; Pittsburg, Fort-Wayne et Chicago; Atlantic et Great Western.

transports prenant leur point de départ dans cette ville ou plus loin.

Ce partage est reproduit dans le tableau suivant :

DÉSIGNATION des COMPAGNIES DE CHEMINS DE FER.	POINT DE DÉPART des expéditions.	POURCENTAGE. accordé A CHAQUE COMPAGNIE.	
Michigan Central	Chicago.	31	
Lake Shore	»	26	
Pittsburg, Fort-Wayne, Chicago	»	25	
Pittsburg, Cincinnati, Saint Louis	»	10	
Baltimore et Ohio	»	8	
Chicago et Alton	Saint-Louis.	20	
Wabash	»	20	
Indianopolis et Saint-Louis	»	20	
Vandalia	»	20	
Ohio et Mississipi	»	20	
Cleveland, Columbus, Cincinnati et Indiana	Indianopolis.	35	
Pittsburg, Cincinnati et Saint-Louis	»	34	
Indiana, Cincinnati et Lafayette	»	10	
Indiana, Pittsburg et Cleveland	»	15	
Cincinnati, Hamilton et Indianopolis	»	6	
Jefferson, Madison et Indianopolis	Louisville.	53	
Ohio et Mississipi	»	32	
Louisville, Cincinnati, Lexington	»	15	
			AU DELA DE CINCINNATI.
Marietta et Cincinnati	Cincinnati.	19	70,91
Cincinnati, Hamilton et Dayton	»	8	5,52
Pittsburg, Cincinnati et Saint-Louis	»	31	4,50
Cleveland, Columbus, Cincinnati et Indianopolis	»	27	12,07
Atlantic et Great Western	»	15	7,00

Une répartition spéciale a été arrêtée en outre pour les expéditions de bétail vivant faites des mêmes points vers les grands ports de l'Est.

D'autres points situés à l'extrémité de certains réseaux, comme Detroit, Toledo, Buffalo, qui reçoivent beaucoup de grains par eau, ont donné lieu ultérieurement à des partages de trafic spéciaux. Pour les stations situées sur plusieurs lignes à la fois, bien qu'à l'intérieur des divers réseaux, on est convenu qu'il n'y aurait pas partage, mais seulement accord sur les tarifs.

On peut dire néanmoins que le partage du trafic est la base même de l'association; c'est d'ailleurs la meilleure garantie de sa stabilité, les guerres de tarifs ayant beaucoup moins de raisons d'exister, dès que chaque compagnie est assurée d'avoir dans les transports disputés une part fixe, qui est le plus souvent déterminée en prenant pour base la répartition des transports pendant les guerres de tarifs antérieures, où les compagnies ont fait l'essai de leurs forces respectives.

Dans l'association des Trunk-lines et des Western-lines, le partage porte uniquement sur le tonnage des marchandises transportées: lorsqu'une compagnie avant la fin d'un mois a eu plus que sa part de transports de transit, elle les suspend, et les compagnies qui n'ont pas atteint la leur prennent ceux qui lui sont adressés, jusqu'à ce que l'équilibre se rétablisse. Ce mode de partage a été adopté pour éviter les difficultés continuelles auxquelles donnent lieu les répartitions portant sur les profits.

L'organisation du comité exécutif syndical des grandes compagnies de l'Est, dûe comme celle de la Southern R.R. et Steamship Association à M. Albert Fink, et conçue par lui immédiatement avec des vues générales que l'on n'est pas habitué à rencontrer en Amérique, a eu, en définitive, pour objet, de concilier à la fois l'indépendance des compagnies avec l'unité d'action nécessaire pour la bonne gestion de leurs affaires communes, et la flexibilité des tarifs, indispensable pour pouvoir se prêter aux exigences du commerce, avec l'uniformité dans leur application que réclame à bon droit le public.

Le fonctionnement de ce système, ingénieusement approprié à la solution d'un problème très complexe, a, jusque vers le milieu de l'année 1881, soutenu avec succès l'épreuve de l'expérience sous la direction de son auteur, dont les rares talents et l'autorité reconnue n'ont pas peu contribué à ce résultat. La publicité de tous les actes du comité, l'équité de ses procédés, et le soin qu'il a pris d'extirper tous les abus qu'on reprochait aux compagnies, ont réconcilié peu à peu le public avec le principe de l'association pour les tarifs, surtout lorsqu'on a pu constater, ainsi qu'on le verra plus loin, que l'extension progressive de ces associations ne faisait pas hausser le prix des transports.

Toutefois l'association syndicale représentée par le Joint executive committee, qui comptait à la fin de l'année 1880 quarante

compagnies, après deux années d'existence, pendant lesquelles elle avait victorieusement résisté aux efforts faits par ses adversaires pour soulever contre elle l'opinion publique, et notamment aux attaques de l'*Antimonopoly league*, association constituée tout exprès pour la combattre, a fini par subir une crise extrêmement violente à partir du printemps de 1881.

Sans qu'aucune compagnie fût sortie officiellement de l'association, les tarifs ont été d'abord baissés de près de moitié pour les voyageurs ordinaires entre Boston, New-York, Chicago, Saint-Louis et Cincinnati sur plusieurs lignes, pendant que les tarifs pour les immigrants restaient stationnaires, en sorte que pendant plusieurs mois il s'est produit ce fait curieux, que les voyages étaient à meilleur marché dans les voitures de 1re classe que dans celles de 2e classe affectées aux immigrants.

Les rabais consentis en dehors des prix officiels fixés par l'association se sont ensuite étendus aux transports de marchandises; ils ont fini par prendre un caractère de fréquence tel, que le comité exécutif de l'association s'est vu forcé d'abaisser les tarifs de transport du blé de Chicago à New-York à partir du 1er juillet 1881 de 33 francs à 22 fr. 50, puis à 16 fr. 50 par tonne pour les empêcher de gagner du terrain. Ce dernier tarif, qui réduisait le prix du transport par tonne et par kilomètre à un centime environ, c'est-à-dire à un prix inférieur au moindre prix de revient moyen accusé sur toutes les lignes, a fait subir à la plupart des compagnies des pertes notables, en même temps qu'il déterminait sur les transports par eau une baisse correspondante, qui n'empêchait pas cependant la navigation de perdre une grande partie des expéditions.

Les principales causes de la rupture de l'entente entre les compagnies paraissent avoir été :

1° L'insuffisance du contrôle exercé par le comité exécutif de l'association sur les agissements des agents commerciaux, tant des compagnies de chemins de fer proprement dites, que des compagnies de transports empruntant leurs lignes, qui se font la concurrence;

2° L'application très incomplète du principe du partage des transports de transit entre les compagnies. De fait, ce partage n'avait été prévu que sur un petit nombre de points et entre les lignes aboutissant aux points de départ extrêmes des transports dans les

États de l'Ouest; au delà de l'extrémité orientale de ces lignes, qui ne se prolongeaient pas toutes jusqu'à l'Atlantique, il se faisait d'une manière arbitraire et laissait la porte ouverte à la concurrence.

L'accord a fini par se rétablir entre les compagnies syndiquées en janvier 1882, après 6 mois environ d'interruption, et la première mesure décidée par elles a été la nomination d'une commission arbitrale, chargée de faire, entre les diverses lignes intéressées, une division du trafic portant non seulement sur le trafic marchandises, mais encore sur le trafic voyageurs qui avait été jusqu'alors laissé de côté, et s'appliquant non seulement aux points de départ extrêmes de toutes les lignes dans l'Ouest, mais encore aux terminus Ouest des Trunk-lines.

M. Fink a en outre proposé de retirer complètement aux agents commerciaux locaux (*soliciting agents*) des diverses compagnies le maniement des tarifs, dont le chef du service commercial dans chaque compagnie serait chargé, sous sa responsabilité propre, d'assurer le maintien, et de placer à chaque point de division, sous le contrôle direct d'un agent du syndicat, toutes les opérations de ces agents.

Si l'on peut avoir des doutes sur l'efficacité des mesures ayant pour objet de réformer le personnel commercial des compagnies, il y a lieu de croire que celles qui ont pour but le partage du trafic rendront beaucoup plus difficiles, sinon impossibles, les tentatives de concurrence déguisée, et qu'elles simplifieront beaucoup la question si souvent débattue des différences de tarifs à maintenir entre les différents ports de destination.

La dernière guerre de tarifs a d'ailleurs prouvé une fois de plus l'impuissance de la concurrence à changer la répartition des transports entre ces ports, ainsi qu'on peut le voir par les tableaux suivants extraits d'un rapport de M. Fink, en date du 1er décembre 1881, et se rapportant à diverses années pendant lesquelles il y a eu successivement entente et concurrence entre les compagnies de chemins de fer.

La seule compagnie qui ait vu baisser sensiblement sa part de transit est le Baltimore-Ohio R.R., qui n'a pas voulu abaisser ses tarifs au point de transporter à perte.

ANNÉES.	NOMBRE TOTAL de tonnes transportées.	MOUVEMENT DE TRANSIT DE L'EST VERS L'OUEST — POURCENTAGE DU TONNAGE total pour chaque port d'EXPÉDITION :				OBSERVATIONS.
		New-York.	Boston.	Philadelphie.	Baltimore.	
1878	1,274,858	58,1	16,2	15,5	10,2	Concurrence.
1879	1,534,923	54,2	16,3	16,1	13,4	Concurrence, puis accord.
1880	1,871,480	54,6	16,5	16,0	12,9	Accord.
8 premiers mois de 1881	1,297,563	56,3	18,9	13,6	11,1	Concurrence.

ANNÉES.	NOMBRE de TONNES.	MOUVEMENT DE TRANSIT DE L'OUEST VERS L'EST — POURCENTAGE DU TONNAGE total pour chaque port de DESTINATION :				OBSERVATIONS.
		New-York.	Boston.	Philadelphie.	Baltimore.	
1878	7,318,000	42,8	22,0	17,6	17,6	Concurrence.
Août 1879 à août 1880.	8,934,000	43,2	19,5	18,4	18,9	Accord.
Août 1880 à août 1881.	8,975,000	44,3	23,3	16,1	16,3	Accord, puis concurrence.

Plusieurs causes expliquent, malgré la différence des régimes, la stabilité de la répartition du transit :

1° Chaque compagnie, ayant un matériel roulant tout juste suffisant pour son propre trafic, ne peut enlever leur trafic aux autres compagnies;

2° Chaque compagnie a ses clients qui n'ont point d'intérêt à la quitter, du moment où elle abaisse ses tarifs au niveau de ceux des autres;

3° Les expéditions sur chaque ligne sont obligées de se régler sur la capacité des installations dont on dispose à chaque terminus pour l'emmagasinage et la réexpédition des marchandises, et qu'on ne peut pas changer d'un jour à l'autre.

Instruite par cette nouvelle expérience, et réorganisée sur des bases plus solides, l'association de tarifs des grandes compagnies

de l'Est paraît en définitive appelée aujourd'hui à prendre un caractère plus durable que jamais.

Comme organisées sur les mêmes bases que cette association, nous citerons :

1° L'association des lignes du Sud-Ouest (*South Western association*) formée entre diverses lignes de chemins de fer desservant toute la région comprise entre le Missouri et le Mississipi.

2° Au Nord de Chicago, l'association des trois compagnies de Chicago, Milwaukee et Saint-Paul; Chicago et North-Western; Chicago, Saint-Paul et Minneapolis, qui remonte à 1874.

En résumé, les associations de tarifs de transit, malgré les vicissitudes qu'elles éprouvent, se sont multipliées dans ces dernières années, et elles embrassent aujourd'hui la plus grande partie du réseau des chemins de fer des États-Unis.

Destinées à opérer artificiellement, entre les compagnies dont les réseaux s'enchevêtrent, un partage de trafic qui se fait naturellement quand elles ont des zones d'exploitation distinctes, et admettant pour ce partage les bases qui résulteraient du jeu de la libre concurrence, dont elles ont toujours à craindre le rétablissement, ces associations constituent une sorte de transaction entre le régime du monopole et de la concurrence. Elles ont donc une partie des inconvénients et des avantages des deux systèmes. Tout compte fait, on ne peut contester qu'elles n'aient réalisé un progrès véritable sur l'ancien état de choses, en introduisant dans les tarifs plus de stabilité et d'uniformité; on peut donc les considérer tout au moins comme un acheminement vers la solution du problème complexe qu'elles ont pour objet de résoudre.

L'examen plus ample que nous allons faire maintenant de la question des tarifs permettra d'apprécier l'influence que l'extension du régime de l'association, coïncidant avec les progrès de la navigation, a exercée dans ces dernières années sur le prix des transports.

CHAPITRE XXV

TARIFS

Même lorsque les compagnies américaines vivent en paix les unes avec les autres, on ne peut pas s'attendre à ce que la question des tarifs, si complexe et si controversée, même dans les pays qui se prêtent le mieux sous ce rapport à l'uniformité, se présente sous un aspect simple en Amérique, où la diversité des conditions d'établissement et d'exploitation des chemins de fer, et la grande liberté dont jouissent les compagnies, doivent nécessairement se traduire par une variété très grande dans les tarifs.

Si l'uniformité des tarifs, à l'heure qu'il est, n'existe pas même dans les pays où les chemins de fer sont sous la dépendance du gouvernement et couverts par sa garantie, à plus forte raison ne doit-on pas s'attendre à la rencontrer dans un pays où chaque compagnie, construisant et exploitant ses lignes à ses risques et périls, a constamment à lutter pour l'existence, et ne peut compter que sur elle-même pour attirer et maintenir sur son réseau un trafic qui peut à chaque instant lui échapper. Les compagnies de chemins de fer y sont avant tout des entreprises industrielles, tenues de se plier à chaque instant aux exigences du commerce, et de chercher à appliquer dans chaque cas particulier leurs tarifs au mieux de leurs intérêts.

Le caractère distinctif des tarifs sur les lignes américaines, c'est donc à la fois leur variété et leur variabilité. Pour une même classe de voyageurs et de marchandises, ils varient non seulement d'une ligne à l'autre, mais encore sur la même ligne, avec la distance, le sens du parcours, l'époque de l'année, la situation des points de départ et d'arrivée, qui peuvent être ou n'être pas communs à plusieurs lignes. Essentiellement différentiels dès le principe, ils ont résisté partout aux efforts qui ont été tentés par le législateur pour les uniformiser.

La fusion des compagnies et la constitution de syndicats pour l'adoption de tarifs communs, qui a succédé, ainsi que nous l'avons vu précédemment, aux guerres de tarifs, n'a fait que rendre plus régulière et plus générale l'application du principe des tarifs différentiels, qui a eu, il faut le reconnaître, sur la marche de la colonisation une influence des plus favorables, en ouvrant aux produits agricoles des États de l'Ouest des débouchés que l'obstacle de la distance tendait à leur fermer. Ajoutons que la baisse progressive de ces tarifs, sous l'action de la concurrence, rendue possible par de nouveaux perfectionnements apportés à l'exploitation, n'a pas peu contribué à imprimer à cette marche l'impulsion vraiment extraordinaire qu'elle a reçue dans ces dernières années.

Tarifs pour les voyageurs.

Constatons tout d'abord qu'il existe une très grande différence, ainsi que dans tous les autres pays, entre les tarifs pour voyageurs et les tarifs pour marchandises au point de vue de la fixité, bien que sur beaucoup de lignes le principe des tarifs différentiels soit appliqué aux uns comme aux autres.

Le mouvement des voyageurs, dont le produit pour l'ensemble des lignes des États-Unis, ne s'est accru que dans une très faible proportion depuis dix ans, au point qu'on a pu dire que son peu d'accroissement était encore plus surprenant que l'énorme augmentation du mouvement des marchandises, présente trop peu de chances de développement sur un grand nombre de lignes, principalement dans l'Ouest, pour qu'on cherche à l'augmenter, en provoquant par des réductions de tarifs des voyages plus fréquents. Les grandes distances séparant les centres de population y opposent de sérieux obstacles, aussi bien que les ressources très limitées des habitants, qui ne sont pas généralement dans une situation qui leur permette des voyages de plaisir. Il en résulte que les compagnies n'ont, dans la fixation de leurs tarifs pour les voyageurs circulant uniquement sur leurs réseaux, d'autre règle que de ne pas dépasser les limites au delà desquelles les voyageurs deviendraient par trop rares, et de ne pas soulever contre elles l'opinion publique, en contrevenant aux lois qui, dans un grand nombre d'États, limitent le tarif kilométrique à leur appliquer.

Par contre, elles doivent chercher à attirer sur leurs lignes les

voyageurs venant d'autres réseaux, qui, pour de longs trajets, peuvent avoir à choisir entre plusieurs routes correspondant à divers groupes de lignes dont les leurs font partie. De là la distinction établie par presque toutes les compagnies entre les voyageurs à parcours partiel (*way passengers*) et les voyageurs à parcours total (*through passengers*), dans l'application de leurs tarifs, généralement beaucoup plus élevés pour les premiers qui représentent un élément de trafic assuré, que pour les seconds qui peuvent leur échapper et dont le trajet plus long est plus productif.

Qu'il s'agisse de l'une ou l'autre classe de voyageurs, la plupart des compagnies n'ont pas de tarifs absolument fixes; le plus généralement les tarifs ne figurent même pas sur les indicateurs, ni sur les prospectus, dont les compagnies américaines sont si prodigues. Des agences qui ont habituellement plusieurs bureaux dans les différents quartiers de chaque ville, et dans les principaux hôtels, vendent, à des prix variables, des billets pour les longs parcours sur les lignes dépendant soit d'un réseau unique, soit de plusieurs réseaux. La concurrence plus ou moins active que se font les compagnies, dont les différents itinéraires peuvent emprunter les réseaux, les avantages qu'offrent ces itinéraires, aussi bien au point de vue de la durée du trajet que du confortable des wagons et des divers agréments de la route, déterminent pour chaque route les tarifs combinés par les agents spéciaux des compagnies (*passenger agents*) et fréquemment remaniés par eux.

Les billets délivrés pour ces divers itinéraires, divisibles en un certain nombre de coupons, permettent généralement de s'arrêter à certains points intermédiaires.

Par contre, il est d'usage, sur un très grand nombre de lignes, ainsi que nous avons déjà eu occasion de le constater, de faire payer un supplément de tarif aux voyageurs qui prennent leurs billets sur le train même. Ce supplément atteint parfois un quart du tarif. Sur le Baltimore et Ohio R.R., le supplément varie entre 1 franc et 6 fr. 25 suivant les distances et donne lieu à la délivrance, par le conducteur du train qui perçoit le prix, d'un billet autorisant la remise ultérieure au voyageur, dans les bureaux de la compagnie, de la moitié du supplément perçu; c'est un moyen pour la compagnie d'exercer un contrôle sur les recettes perçues en route par les conducteurs, au prix, il est vrai, du dérangement des voyageurs, ce qui fait qu'il n'est guère pratiqué.

Il est d'ailleurs à remarquer que l'intervention de ces employés, dans la perception, est inévitable sur beaucoup de lignes où il existe des stations sans aucun employé (*flag stations*), comme nous l'avons vu t. I, p. 442.

La Compagnie du Baltimore et Ohio R.R., ainsi qu'un certain nombre d'autres compagnies, délivrent maintenant des billets d'aller et retour entre certaines stations. La réduction de prix est généralement constante pour les distances variant entre certaines limites, de manière à correspondre pour les faibles distances à un quart du tarif, et à se réduire pour les plus grandes à 10 pour 100; la compagnie comptant avec raison que les voyages à courtes distances seront les plus fréquents.

Tarifs locaux. — Comparés aux tarifs pour parcours total qui sont essentiellement variables, et sur lesquels s'exerce surtout l'action de la concurrence, les tarifs applicables à la circulation locale présentent plus d'uniformité et de fixité. Un certain nombre de compagnies, parmi lesquelles nous citerons le New-York Central and Hudson River R.R., le Pennsylvania R.R. et les diverses lignes de l'État d'Ohio, appliquent depuis longtemps aux voyageurs à parcours partiel des tarifs proportionnels à la distance (*equal mileage rates*). Ainsi, on a payé longtemps :

Sur le New-York Central R.R. deux cents par mille, soit 0 fr. 062 par kilomètre.

Sur le Pennsylvania R.R. trois cents par mille, soit 0 fr. 093 par kilomètre.

Sur l'Indianapolis Cincinnati et Lafayette R.R. quatre cents par mille, soit 0 fr. 124 par kilomètre.

Sur le Colombus, Cleveland, Indianapolis R.R. trois cents et demi par mille, soit 0 fr. 105 par kilomètre.

Dans l'État d'Ohio, ainsi que dans quelques autres États, l'uniformité du tarif kilométrique sur chaque ligne a été imposée par la législature.

Mais le plus souvent, les compagnies appliquent des tarifs différentiels diminuant avec la distance.

La commission de contrôle des chemins de fer du Massachusetts avait, dès l'année 1870, proposé d'entrer résolument dans la voie des tarifs différentiels pour les voyageurs comme pour les

marchandises, en fixant les tarifs pour voyageurs ainsi qu'il suit dans tout l'État de Massachusetts.

DISTANCES.	TARIFS KILOMÉTRIQUES.
	centimes.
Au-dessous de 32 kilomètres	9,3
De 32 à 80 kilomètres	7,6
Au-dessus de 80 kilomètres	6,2

La principale ligne de l'État de Massachusetts, le Boston et Albany R.R., tout en adoptant le principe des tarifs différentiels, a élevé ses tarifs pour voyageurs notablement au-dessus des chiffres proposés par la commission de contrôle : ces tarifs étaient en 1876 par kilomètre de 12c,4 jusqu'à 5 kilomètres ; de 10c,3 pour des parcours de 5 à 80 kilomètres ; et de 9 centimes pour des parcours de 80 à 200 kilomètres.

Les Trunk-lines, à l'exception toutefois de la ligne du Pennsylvania R.R., restée fidèle aux tarifs uniformes, accordent une certaine réduction pour les grandes distances, ainsi qu'il résulte du tableau suivant, extrait de la déposition de M. G. R. Blanchard, devant la commission d'enquête sur les chemins de fer de l'État de New-York en 1879.

TARIFS KILOMÉTRIQUES POUR VOYAGEURS EN 1878
SUR LES TRUNK-LINES AMÉRICAINES

DISTANCES.	ERIÉ R.R.	NEW-YORK CENTRAL R.R.	BALTIMORE-OHIO R.R.
kilom.	centimes.	centimes.	centimes.
Jusqu'à 120	9,6	7,7	11,5
» 160	9,0	7,7	11,5
» 240	9,0	6,6	10,8
» 320	9,0	6,5	9,6
» 400	8,5	6,5	9,4
» 480	8,1	6,4	9,3
» 600	7,9	6,4	8,0

Le tarif kilométrique uniforme du Pennsylvania R.R. est toujours resté fixé à 9c,3.

Sur une ligne de construction plus récente, le Chesapeake et Ohio R.R., où il y a exceptionnellement deux classes de voitures, l'une, pour la population blanche, l'autre, pour la population de

couleur, on a appliqué à partir de 1876, l'échelle suivante pour les tarifs :

TARIF KILOMÉTRIQUE.		
DISTANCES.	PREMIÈRE CLASSE.	DEUXIÈME CLASSE.
kilom.	centimes.	centimes.
Jusqu'à 100	15,5	12,75
» 200	13,6	11,5
» 300	11,9	10,0
» 400	10,8	9,0
» 500	9,6	7,8
» 600	9,0	7,4

Tarifs pour les immigrants. — Le transport des immigrants, surtout important sur les Trunk-lines et sur les lignes de l'Ouest, donne lieu à des réductions considérables de tarifs ; les immigrants ne payent guère pour les grandes distances que moitié du prix des autres voyageurs.

L'Union et le Central Pacific R.R., qui admettent la même réduction de tarifs pour les immigrants, les transportent dans des trains spéciaux, marchant seulement à la vitesse de 20 kilomètres à l'heure, et mettant environ 9 jours à parcourir la distance de 3084 kilomètres séparant Omaha de San Francisco.

La Compagnie du Chicago, Milwaukee et Saint-Paul R.R., qui, dans ces dernières années, a construit de nombreux embranchements dans les régions fertiles du Dakotah et du Minnesota, accorde aux immigrants, partant de Chicago pour une station quelconque de ses embranchements, une réduction d'un tiers sur les tarifs locaux, ce qui abaisse pour eux le tarif kilométrique à 7,5 centimes par personne ; elle leur donne de plus la faculté de transporter avec eux, dans un wagon, leurs meubles, leur matériel agricole, leurs provisions et même leur bétail, moyennant un prix fixe additionnel de 225 francs jusqu'à des distances de 800 et 900 kilomètres.

Les tarifs moyens perçus par les principales compagnies de chemins de fer en 1876 se trouvent résumés dans le tableau suivant :

TARIFS KILOMÉTRIQUES POUR VOYAGEURS EN CENTIMES

NOMS DES ÉTATS ET DES CHEMINS DE FER.	PARCOURS partiel.	PARCOURS entier.	BILLETS de saison.	MOYENNES.
1° NOUVELLE-ANGLETERRE.				
Boston-Albany	7,5	7,3	3,1	7,2
Boston-Lowell	8,3	5,8	3,1	6,6
Boston-Maine	7,4	5,8	2,6	6,2
Boston-Providence	7,5	6,2	3,4	6,6
Old-Colony	8,0	6,6	2,8	6,8

	VOYAGEURS ORDINAIRES. PARCOURS partiel.	VOYAGEURS ORDINAIRES. PARCOURS entier.	IMMIGRANTS.
2° ÉTATS DU CENTRE.			
New-York Central et Hudson-River	6,2 à 7,3	6,2	3,1
Erié	7,5	6,3	5,6
Lake Shore et Michigan	7,4	6,8	3,0
Rome Watertown et Ogdensburg	—	9,3 à 6,2	—
New-York, New-Haven, Hartford	—	8,5 à 7,5	—
Pennsylvania	9,3 à 7,55		3,7
Philadelphia Reading	7,2		—
Philadelphia, Wilmington, Baltimore.	7,55		—
Baltimore-Ohio	10,67		3,3
3° ÉTATS DE L'OUEST.			
Chicago, Milwaukee, Saint-Paul	9,0		7,5
Chicago-Northwestern	10,8 à 9		—
Illinois Central	12,0 à 10,0		—
Saint-Louis, Kansas-City, Northern	13,0 à 9,9		—
4° ÉTATS DU SUD.			
Louisville-Nashville	11,5 à 10,0		—
Alabama-Chattanooga	15,0 à 10,5		—
Montgomery-Mobile	15,5		—
New-Orleans, Saint-Louis, Chicago	15,0 à 11,7		—
5° ÉTATS DU PACIFIQUE ET DU COLORADO.			
Union Pacific. — d'Omaha à Ogden		23	10,4
Union Pacific. — d'une station à une autre de la ligne.	19 à 27		
Central Pacific. — d'Ogden à San-Francisco		19	10
Central Pacific. — d'une station à une autre de la ligne.	19 à 15		
D'Omaha à San Francisco		16	8
Kansas Pacific	15,5		—
Utah Central	20,0		—
Denver Pacific	31,0		—
Southern Pacific	13 à 15		—

On voit par ce tableau que les tarifs appliqués sur les lignes des États de l'Ouest et du Sud, comparés à ceux des lignes des États de l'Est, sont notablement plus élevés. Cette différence est justifiée par la faible densité de la population dans les premiers États et par la cherté relative des transports qui en est la conséquence.

Sur les chemins de fer du Pacifique, l'élévation progressive des tarifs locaux, à mesure qu'on se rapproche des régions accidentées des Montagnes Rocheuses et du Nevada, répond à celle des frais de construction et d'exploitation, beaucoup plus considérables qu'ailleurs. Il ne faut pas d'ailleurs perdre de vue que ces tarifs s'appliquent à des pays où le prix de toutes choses, subsistances et main-d'œuvre, est fort élevé. Les tarifs appliqués dans le Colorado et l'Utah doivent leur élévation aux même causes.

Il résulte d'un article de la *Rail Road Gazette* (octobre 1881), que les tarifs kilométriques pour voyageurs, sur 142 lignes de chemins de fer américains, se répartissaient à cette époque ainsi qu'il suit:

TARIFS KILOMÉTRIQUES en centimes.	NOMBRE DE LIGNES APPLIQUANT CE TARIF	
	au trafic local.	au transit.
6,20	3	6
7,75	2	3
9,30	38	54
10,80	16	15
12,40	33	23
14,15	6	9
15,50	1	1
17,05	—	1
18,30	—	2
21,70	—	1
23,25	—	1
24,80	3	—
27,90	—	1
31,00	2	—

Tarifs pour grandes distances. — La comparaison du tarif kilométrique correspondant dans le premier des deux tableaux qui précèdent à la distance totale entre Omaha et San Francisco, avec ceux qui sont appliqués, tant au trajet d'Omaha à Ogden, et d'Ogden à San Francisco, qu'aux parcours entre les stations moins éloignées de ces lignes, fait ressortir d'autre part l'importance que les compagnies attachent au développement du *through traffic.*

Outre que pour le voyage complet d'Omaha à San Francisco la

réduction accordée est déjà de 27 pour 100, les deux Compagnies ont, pour les voyageurs par groupes de 10 à 60, appartenant à des sociétés scientifiques, charitables, etc. des billets d'aller et retour avec tarifs spéciaux qui abaissent le prix du transport par personne dans chaque direction de 10 à 35 pour 100.

Le tarif réduit du voyage entier d'Omaha à San Francisco, était combiné en 1876 avec des tarifs réduits des compagnies des États de l'Ouest et de l'Est, qui permettaient de faire le trajet d'Omaha à Chicago et à New-York, séparés respectivement d'Omaha par des distances de 785 kilomètres et de 2254 kilomètres, moyennant des prix de 80 francs et de 190 francs, soit aux tarifs kilométriques de 10 centimes et de $8^c,5$.

A l'occasion de l'Exposition de Philadelphie en 1876, les diverses Compagnies ont organisé des transports à prix réduits empruntant à la fois plusieurs réseaux, en abaissant leurs tarifs kilométriques jusqu'à 3 et 4 centimes. Pour n'en citer qu'un exemple, le Baltimore et Ohio R.R. délivrait à Chicago, où aboutit un de ses embranchements, des billets aux destinations et prix suivants :

DE CHICAGO A :	PRIX TOTAL.	DISTANCE.	TARIF KILOMÉTRIQUE.
	fr.	kilom.	cent.
Cleveland	30	584	5,1
Syracuse	50	1120	4,4
Albany	55	1589	3,4
New-York	65	1738	3,7
Boston	70	2051	3,4
Baltimore	55	1352	4,1
Philadelphie	57	1521	3,7

En 1880, les tarifs officiels de la Compagnie du Baltimore-Ohio R.R. réglés d'accord avec les autres compagnies, pour les voyageurs partant de Baltimore, étaient ainsi fixés :

DE BALTIMORE A :	PRIX TOTAL.	DISTANCE.	TARIF KILOMÉTRIQUE.
	fr.	kilom.	cent.
Cincinnati	76,25	932	8,2
Indianopolis	88,75	1117	8,0
Chicago	97,50	1431	6,8
Louisville	96,25	1169	8,2
Saint-Louis	126,25	1481	8,5
San-Francisco	677,00	4727	14,3

Ces tarifs, applicables sans limitation de temps pour le voyage, subissaient une réduction de 5 à 10 francs pour les billets valables pendant une durée limitée, qui variait suivant les distances entre 2 et 10 jours.

Nous avons dit, que, sur les longs parcours empruntant plusieurs réseaux, les billets à prix réduits que délivrent les Compagnies se décomposent en général en autant de coupons qu'il y a de réseaux. Lorsqu'un voyageur veut s'arrêter à une station d'un certain réseau, il doit échanger le coupon correspondant à ce réseau contre une carte dite d'arrêt (*step over*) que lui délivre le conducteur du train.

Ces cartes, ainsi que les coupons non utilisés par les voyageurs, qui peuvent à une gare quelconque descendre du train sans avoir à subir de contrôle, puisque les gares sont généralement ouvertes, font l'objet d'une spéculation spéciale, celle des scalpeurs de billets, (*ticket scalpers*) qui les rachètent pour les revendre avec un certain bénéfice aux voyageurs partant des stations intermédiaires, au détriment des compagnies qu'elles privent ainsi du supplément de recette correspondant à l'application du tarif supérieur relatif aux parcours partiels.

L'excédent de prix payé pour les billets avec arrêts facultatifs, excédent d'autant plus considérable que le billet est valable plus longtemps, est destiné à assurer les compagnies contre les pertes qui leur sont ainsi infligées par les *ticket scalpers*, dont l'industrie s'exerce souvent sur une très grande échelle, et parfois avec la connivence des agents des compagnies.

Voyageurs de banlieue. — Si dans les États les plus nouvellement colonisés, et ne contenant pas encore de villes importantes, les compagnies n'ont pas d'intérêt sérieux à réduire les tarifs dans un certain rayon autour des villes, il en est autrement aux abords des cités populeuses, dont la banlieue s'étend souvent à une très grande distance des agglomérations urbaines. Beaucoup de compagnies délivrent alors à des prix réduits, aux voyageurs circulant entre la banlieue et la ville, soit des cartes valables pour toute l'année, soit un certain nombre de billets correspondant au nombre de voyages qu'ils sont susceptibles de faire par semaine ou par mois.

Des tarifs spéciaux permettent aux jeunes gens et aux enfants des

grandes villes fréquentant les établissements d'instruction, de s'y rendre chaque jour à peu de frais. C'est ainsi que, sur la ligne de Philadelphie-Wilmington et Baltimore, dont les tarifs kilométriques varient entre 6c,5 et 10 centimes pour des distances variant de 10 à 200 kilomètres à partir de Philadelphie[1], on a établi les tarifs suivants :

DE PHILADELPHIE A :	DISTANCE en kilomètres de PHILADELPHIE.	CARTES de SAISON.	CARTES bonnes pour 60 VOYAGES.	CARTES d'écoliers bonnes pour 36 VOYAGES.	PAQUET DE CARTES	
					nombre de cartes.	prix du paquet.
		fr.	fr.	fr.		fr.
58e rue	5,2	125	14,50	10,00	12	5,00
Sharonhill	10,5	170	19,75	11,50	7	5,00
Ridgley Park	15,7	225	26,25	13,50	11	10,00
Chester	21,0	250	29,25	15,00	11	12,50
Wilmington	43,5	375	42,50	21,25	11	25,00

Aux abords de Boston les billets de saison comportent une réduction de 50 à 60 pour 100 sur les tarifs kilométriques ordinaires.

Certaines compagnies, le Chesapeake et Ohio R.R. par exemple, délivrent en outre des cartes valables pour un parcours d'un certain nombre de milles; sur cette ligne, un billet valable pour 1000 milles, soit 1610 kilomètres se vendait en 1876 150 francs, soit à raison de 9 centimes par kilomètre. Ce système de tarifs réduits, appliqué aussi sur certaines lignes aboutissant à Chicago à raison

1. Ces tarifs varient d'une manière assez irrégulière, ainsi qu'on peut en juger par le tableau suivant :

DISTANCE.	PRIX PAYÉS.	TARIFS KILOMÉTRIQUES.
kilom.	fr.	cent.
10	0,75	7,6
20	1,20	6,0
30	1,75	5,8
40	2,50	6,2
50	3,25	6,5
100	9,75	9,9
150	15,00	10,0
200	18,50	9,2

de 7,5 centimes par kilomètre, ne paraît jusqu'à présent apprécié que par les commis voyageurs, seule catégorie de voyageurs pour laquelle il présente de réels avantages.

Trains d'ouvriers. — Indépendamment des billets de saison, on a essayé, à partir de 1872, aux abords de Boston, à l'imitation de ce qui se fait à Londres sur le Metropolitan Railway, l'organisation de trains à prix réduits (*cheap trains*) pour les ouvriers venant tous les jours de la banlieue pour travailler à Boston. Les premiers essais ont été faits sur l'Eastern R.R. entre Lynn et Boston, séparés par une distance de 20 kilomètres. Des billets, vendus par séries de 20 au prix d'un franc, ont été délivrés pour deux trains, partant l'un de Lynn le matin, l'autre de Boston le soir, et valables pour toutes les stations intermédiaires, quelles que soient les distances. Ces trains, la première année, n'ont pas fait leurs frais; la deuxième année, ils ont transporté 266 560 personnes contre 468 920 transportées par les trains réguliers, et donné une recette de 13 328 francs, sans diminuer celles des autres trains.

La commission des chemins de fer de Massachusetts, à la sollicitation de laquelle ils avaient été établis, a obtenu également l'organisation de trains semblables sur l'Old Colony R.R.; mais, ces trains qui n'aboutissaient pas à une ville d'une certaine importance comme Lynn, qui compte 35 000 habitants, n'ont donné que des résultats médiocres. Finalement, les essais de trains spéciaux pour les ouvriers, qui entraînaient des frais considérables de matériel, paraissent avoir eu peu de succès, bien qu'une loi de 1872 les ait rendus obligatoires pour les lignes aboutissant à Boston, dès qu'ils sont demandés par plus de deux cents personnes, domiciliées le long d'une ligne de chemins de fer. Il est certain que cette demande est loin de garantir pareil nombre de voyageurs à chaque train spécial.

Par contre, nous signalerons comme exemple de spéculation heureuse en matière de tarifs, celle de la Compagnie de l'Old Colony pour la station de Wollaston près Boston.

Une compagnie pour l'acquisition de terrains s'étant formée en 1869, cette compagnie de chemins de fer offrit une carte de libre parcours pendant trois ans pour chaque maison qui y serait construite. Les recettes de cette station étaient alors de 10 500 francs par an pour 12 793 voyageurs. Au bout de deux ans, c'est-à-dire en

1871, 75 maisons étaient déjà bâties, et les recettes s'élevaient à 32 000 francs par an pour 48 270 voyageurs, malgré les cartes de libre parcours.

Abaissement des tarifs. — Les tarifs pour voyageurs ont subi sur la plupart des lignes, par l'effet de la concurrence et grâce aux économies réalisées sur l'exploitation, une diminution progressive depuis dix ans. Sur l'ensemble des lignes du Massachusetts, le tarif kilométrique moyen qui était en 1872-1873 de 7 centimes est descendu à 6^c,5 en 1878. Sur le Pennsylvania R.R., le tarif kilométrique moyen, qui était de 7^c,7 en 1873, s'est abaissé à 7^c,2 en 1879. Pendant la même période, les tarifs ont été réduits sur l'Illinois Central R.R. de 10^c,5 à 9^c,8 et sur le Louisville-Nashville R.R., de 11^c,3 à 10^c,4. Nous verrons plus loin que la réduction a été bien plus forte sur les tarifs pour marchandises.

Tarifs des voitures de luxe. — Nous avons jusqu'à présent laissé de côté les tarifs appliqués aux voitures de luxe, qui donnent généralement lieu, en dehors des tarifs perçus par les compagnies, au paiement de tarifs supplémentaires, que perçoivent directement les agents des compagnies particulières auxquelles appartiennent ces voitures. Ces derniers tarifs ne sont pas le plus souvent proportionnels aux distances parcourues; le voyageur qui en use paye tant, soit pour un trajet déterminé, soit par jour ou par demi-journée. Le tarif des Pullman-cars est ordinairement de 3 fr. 75 à 5 francs par jour, et de 7 fr. 50 à 10 francs par nuit.

Ce système de tarifs paraît particulièrement approprié aux habitudes du voyageur américain, qui considère le sleeping-car comme une sorte d'hôtel ambulant, où il reste libre de ne passer que le temps nécessaire pour se reposer. Aux stations formant têtes de ligne, les voyageurs ont la faculté de s'installer dans les sleeping-cars des trains de nuit, plusieurs heures avant le départ, et d'y prolonger leur séjour aux stations terminales jusqu'au jour, s'ils y arrivent pendant la nuit; ils peuvent, en outre, les quitter le matin, tout en poursuivant leur route dans le même train, et y rentrer de nouveau le soir pour s'y reposer, s'il y a de la place, en économisant ainsi la rétribution qu'ils auraient eu à payer s'ils y étaient restés pendant tout le jour.

Il est clair que sur les lignes importantes, où toutes les places

pour les longs trajets sont le plus souvent retenues dans les sleeping-cars dès le départ, il n'est guère possible d'en user d'une manière intermittente, en sorte qu'il est alors indifférent que les tarifs s'appliquant à tout le trajet soient calculés d'après la distance parcourue, ou d'après le temps qu'on y passe; mais, sur les lignes à faible circulation, comme il y en a beaucoup dans le Sud et dans l'Ouest, les voyageurs sont portés à préférer le système de payement à la journée et à la nuit, comme plus économique et plus accessible à toutes les bourses.

La fourniture du linge et le service occasionnent d'ailleurs des frais qui sont les mêmes, quelle que soit la longueur du parcours. En fait, la proposition dans certains États de faire payer l'usage des sleeping-cars au mille parcouru, et non à la journée ou à la nuit, ne paraît pas avoir rencontré beaucoup d'adhésions[1].

Les compagnies de chemins de fer en Amérique, tout en appréciant les avantages que procurent aux voyageurs le confort des *sleeping-cars* et des *drawing-room-cars*, les subissent comme une nécessité passée dans les mœurs, plutôt qu'elles n'y voient un élément de bénéfice pour leur exploitation[2]. Lors même qu'ainsi que cela a lieu sur certaines lignes, le matériel et le personnel des sleeping-cars leur est fourni gratuitement, de telle sorte qu'elles n'aient à se charger que des frais de traction et d'entretien des attelages, le poids mort considérable de ces hôtels ambulants grève l'exploitation des lignes à faible circulation d'un excédent de dépenses

1. En Georgie, on a fait la proposition à la législature d'adopter pour les *sleeping-cars*, un tarif uniforme d'un dollar par cent milles, soit de 3 fr. 10 par 100 kilomètres. Dans l'État de New-York, une loi fixe à 12 fr. 40 par 100 kilomètres et par place (*berth*) le maximum de la perception dans les *sleeping-cars ;* au-delà de 100 kilomètres, la perception ne doit plus être que de 0 c. 9 par kilomètre supplémentaire sans pouvoir dépasser 4 francs. Comme il n'y a guère que des places doubles, ces prix doivent être doublés. On devrait payer, par exemple, de New-York à Syracuse pour 480 kilomètres 2×4 fr. $=$ 8 francs. On ne paye en réalité que 7 fr. 50.

Les tarifs des sleeping-cars américains les plus élevés sont d'ailleurs notablement inférieurs à ceux des wagons-lits, récemment installés en France sur certaines lignes, où ils sont calculés sur le pied de 6 francs par 100 kilomètres, tandis qu'ils ne dépassent guère 3 francs en Amérique. Il est vrai de dire que les trains où ces voitures sont intercalées sont des trains rapides : on y paie en quelque sorte un supplément pour la vitesse. Ce supplément paraît néanmoins exagéré et de nature à restreindre beaucoup l'usage des wagons-lits, si tant est que les Compagnies tiennent à l'étendre.

2. « Les *sleeping-cars* sont non pas un luxe, mais une véritable nécessité; indispensables aux voyageurs pour affaires qui ont besoin d'économiser leur temps, ils ne le sont pas moins aux personnes qui voyagent pour leur plaisir. » (*Rapport du comité d'investigation sur les chemins de fer de l'État de New-York*, 1880.)

très sensible ; à plus forte raison les compagnies trouvent-elles l'emploi de ce matériel dispendieux, quand elles ont à payer une certaine redevance par voiture et par jour, comme cela a lieu souvent, et elles ne s'y résignent que pour ne pas voir leur ligne abandonnée pour d'autres lignes concurrentes qui les conserveraient.

Quant aux compagnies des chemins de fer qui possèdent de grandes lignes où les sleeping-cars sont le plus souvent remplis, elles trouvent qu'elles pourraient, à moins de frais qu'en traitant avec une compagnie spéciale, comme celle des Pullman-sleeping-cars, se pourvoir d'un matériel semblable, et elles ne recourent à ces compagnies spéciales, que parce que les brevets et surtout les traités que possèdent celles-ci avec les chemins de fer voisins leur en imposent l'obligation, pour éviter le transbordement, qui serait la conséquence d'une rupture du traité passé avec cette compagnie.

La Compagnie du Pennsylvania R.R., pour concilier autant que possible ses intérêts avec cette sujétion, a pris le parti de devenir un des plus forts actionnaires de la Compagnie des Pullman-cars, où en 1874 elle possédait pour 3 850 000 francs d'obligations, rapportant un intérêt de 8 pour 100 et pour 616 500 francs d'actions, donnant un dividende annuel de 12 pour 100 ; mais elle estime que les fonds qu'elle a consacrés à ce placement seraient bien plus productifs, s'il s'agissait de voitures circulant uniquement sur son réseau, et non pas sur des lignes où elles ne peuvent être utilisées que d'une matière bien moins complète (Rapport du comité d'investigation de 1874).

En 1871, la Compagnie des Pullman-cars a passé avec la Compagnie de l'Érié un marché conclu pour dix ans, aux termes duquel cette compagnie lui paye une redevance de 12c,53 par kilomètre et par voiture. Cette redevance doit être réduite à 9c,3, dans le nouveau marché projeté par la Compagnie du New-York, Lake Érié et Western R.R. qui a succédé à l'ancienne Compagnie de l'Érié, et supprimé même au cas où les recettes des Pullman-cars atteindraient un certain chiffre.

La Compagnie des Pullman-cars estime que cette redevance couvre à peine l'usure de la caisse et du train de la voiture, considérée indépendamment de celle de l'intérieur du véhicule. Le tarif de 9c,3 par kilomètre étant d'ailleurs celui qui est payé pour la location des voitures à voyageurs passant d'une ligne sur une autre,

qui coûtent trois fois moins environ à établir que les Pullman-cars, cette redevance n'a rien d'exagéré.

Sur le New-York Central et Hudson River R.R., où les sleeping-cars sont beaucoup mieux remplis, les drawing et sleeping-cars sont fournis par la Compagnie des Wagner-cars, qui les entretient et abandonne en outre à la compagnie de chemin de fer 20 pour 100 de ses recettes sur les drawing-room-cars (service de jour) pour les frais de traction. L'entretien du train et de la caisse est alors à la charge de cette compagnie. Tout récemment sur le Baltimore et Ohio R.R., la compagnie a pris le parti de construire elle-même ses sleeping-cars, ce qui a donné lieu à un procès entre elle et la compagnie Pullman[1].

Tarifs pour les marchandises.

Les tarifs pour les marchandises, même aujourd'hui que l'existence de plusieurs grandes associations tend à leur imprimer un certain caractère d'uniformité et de permanence qu'ils étaient loin d'offrir, lorsqu'ils étaient complètement livrés à l'arbitraire des agents locaux des compagnies, ont cela de particulier que leur fixation repose beaucoup plus encore que dans d'autres pays, sur des considérations purement commerciales et sur l'appréciation de l'influence que, comme élément du prix de revient des marchandises, ils peuvent exercer sur les débouchés suivant les conditions du marché. Ils obéissent, en un mot, beaucoup plus qu'ailleurs, au jeu de l'offre et de la demande.

Les Américains trouvent tout naturel, que, si un commerçant cherche à réaliser sur ses marchandises, par suite de leur expédition sur un marché où elles sont vivement demandées, un certain bénéfice, la compagnie de chemin de fer qui effectue ce transport participe à ce bénéfice, et que ce bénéfice varie pour la compagnie comme pour le commerçant avec la nature des marchandises et les conditions du marché. Ce n'est pas à eux que serait jamais venue l'idée de régler les tarifs d'après le poids ou le volume et la distance de transport, sans se préoccuper de la valeur des marchandises. Si, pour certaines marchandises que peuvent leur

1. Ces renseignements sur les *sleeping-cars* sont principalement extraits de la déposition de M. Blanchard devant la Commission d'enquête sur les chemins de fer de l'État de New-York en 1879.

disputer les voies navigables, les compagnies de chemins de fer abaissent parfois jusqu'à l'extrême limite des frais d'exploitation leurs tarifs de transport, elles usent largement pour les autres du droit qu'elles ont jusqu'à un certain point de fixer elles-mêmes leurs tarifs; le contrôle du public et celui des législatures des États s'exerçant beaucoup plus difficilement sur les marchés qu'elles passent pour les expéditions de marchandises que sur les prix payés par les voyageurs.

Les compagnies appliquent en définitive sur la plus grande échelle le principe souverain en matière de tarification, qui est de faire payer aux transports tout ce qu'on peut leur faire payer.

Ajoutons que la tarification, sur les lignes américaines, présente d'autant plus d'éléments de complication et de variabilité, que pour les compagnies, il ne s'agit pas seulement, comme cela a lieu le plus souvent dans les pays où chaque réseau exploite une région distincte, de développer, par un abaissement convenablement calculé de tarifs, des transports qui ne peuvent leur être disputés, mais encore de se défendre contre la concurrence, et de déterminer la création de nouvelles sources de trafic qui n'existent pas encore.

Le service commercial de chaque compagnie de chemin de fer, plus que partout ailleurs, doit avoir l'œil constamment ouvert tant sur les courants commerciaux, aussi prompts souvent à s'établir qu'à se déplacer, et sur les cours très variables des marchandises dans les divers marchés, que sur les tarifs des entreprises concurrentes de transports, pour modifier ses tarifs en raison de cette concurrence; il doit en outre souvent savoir semer pour récolter, c'est-à-dire favoriser par des tarifs extrêmement bas sur certains transports la formation d'établissements dont les produits pourront lui offrir plus tard un ample dédommagement.

Division des tarifs en deux catégories. — Nous trouvons d'abord chez toutes les compagnies de chemins de fer, en laissant de côté les tarifs légaux maxima, fixés par les actes de concession et dont les gouvernements des États pas plus que les Compagnies elles-mêmes ne se considèrent comme obligés de tenir compte, puisque les uns et les autres prétendent avoir toujours le droit de les modifier, deux sortes de tarifs :

1° Les tarifs locaux (*local freight tariffs*) s'appliquant aux marchandises qui ne sortent pas du réseau d'une compagnie, et pour le

transport desquelles elle n'a généralement pas de concurrence à subir;

2° Les tarifs de concurrence et de transit, désignés indistinctement sous le nom de *through tariffs*.

Classification des marchandises. — Les tarifs locaux, comme les tarifs de transit, se divisent en deux séries: l'une comprenant habituellement quatre classes, numérotées de 1 à 4, pour lesquelles les tarifs sont appliqués par poids indivisible de 100 livres (45k,3), et répondant à nos tarifs généraux, l'autre comprenant, à la suite des quatre classes précédentes, un nombre plus ou moins grand d'autres classes, pour les chargements par wagons entiers de 9 à 11 tonnes.

La composition de chaque classe de tarifs varie naturellement avec chaque réseau ; toutefois on peut dire que la classification, considérée dans ses traits généraux, est établie à peu près partout sur des bases peu différentes.

La première classe renferme en général tous les produits ayant le plus de valeur, qu'il s'agisse de tissus, comestibles, spiritueux, objets manufacturés : épicerie, fruits frais, instruments de musique, liqueurs en bouteilles, livres, meubles de luxe, miroiterie, produits pharmaceutiques, soieries, ustensiles de ménage, vins en bouteilles, voitures de luxe, etc.

La deuxième classe, divers produits alimentaires et objets manufacturés de moindre valeur : bière en barils, bois de teinture en sacs, café, coutellerie, essence de térébenthine, faïence, fruits secs, laine, soufre, tabac roulé en feuilles, viande fraîche.

Dans la troisième classe, se rangent divers produits bruts et ouvrés communs, tels qu'ardoises, beurre, bois exotiques bruts, cuirs, couleurs, étoupe, foin pressé, légumes, meubles communs, peaux, pierres meulières, plumes en balles, poisson frais, quincaillerie en ballots, sucre brut, tabac en boucauts, verrerie commune.

Enfin la quatrième classe embrasse en général les marchandises de la moindre valeur : argile, asphalte, chanvre, charbons, clous en barils, cordages, écorces, engrais, fromages en boites, glycérine, grains, goudron, kaolin, métaux bruts, papier, pierres, racines, suif.

L'application des tarifs de la deuxième série, qui rentrent jusqu'à un certain point dans nos tarifs spéciaux, implique pour l'expéditeur et le consignataire l'obligation de faire le chargement et le

déchargement de leurs marchandises, et laisse à leur charge certains risques. On trouve ces tarifs spéciaux appliqués d'abord à la plupart des marchandises de la première série, distribuées, pour les chargements entiers par wagons, en d'autres classes portant les numéros 5, 6, etc. ou des lettres alphabétiques, et comprenant en outre, sous la dénomination de classes spéciales, des marchandises qui donnent lieu à des prix de transport variables comme la valeur de ces marchandises elles-mêmes, par exemple, les farines, les grains, les viandes salées, les bestiaux vivants, les bois.

Certaines marchandises sont en outre susceptibles de passer d'une classe à une autre, ou de donner lieu à l'application d'un tarif double, triple, ou quadruple de celui qui correspond à une classe déterminée, suivant les conditions de leur chargement, et suivant qu'elles voyagent aux risques de l'expéditeur ou de la compagnie. Sur certaines lignes, par exemple, les voitures de luxe, suivant qu'elles sont démontées ou non, et que l'expéditeur en fait ou n'en fait pas le chargement et le déchargement, peuvent passer de la sixième classe à la première, et même payer le double du tarif de la première classe; de même, le vin en bouteilles passe de la première classe à la troisième, si l'expéditeur accepte les risques du transport. Parfois, il est stipulé, d'une manière générale, qu'à moins de disposition contraire, un article transporté par la Compagnie à ses risques et périls, passera par ce seul fait à la classe immédiatement supérieure. C'est ainsi que les tarifs comprennent dans certains cas la prime d'assurance.

L'usage des réfrigérateurs pour la conservation de certains produits alimentaires pendant l'été, celui d'appareils de chauffage pour les légumes et les fruits pendant l'hiver, donnent également lieu à un changement de classe.

Tarifs variables. — Le principe de la variation de certains tarifs, admis sur la plupart des lignes, et motivé par la concurrence de la navigation qui cesse pendant l'hiver, ainsi que par la demande plus ou moins active de certains produits d'une année à l'autre, est consacré par la classification qui a été arrêtée le 8 mars 1880 par le syndicat des grandes compagnies (*joint executive committee*) pour les transports en transit des États de l'Ouest à ceux de l'Est (*East bound freight*).

Cette classification admet en tout onze classes, dont six fixes et

cinq variables (*fluctuating rates*). Aux quatre premières classes, dont nous avons précédemment indiqué la composition, le syndicat des grandes compagnies a ajouté deux autres classes comprenant principalement :

La cinquième, les fromages non renfermés dans les réfrigérateurs, le linge et les vins en baril;

La sixième, certains produits distraits de la quatrième classe, comme l'asphalte, les briques, les écorces, les pierres, la tourbe.

Les cinq classes à tarifs variables sont :

Classe 7. — Les viandes salées et les provisions.

Classe 8. — Les céréales en vrac ou en sacs, la houille, le coke, la fonte brute, les minerais par wagons.

Classe 9. — Les farines en barils expédiées par lots de 125 barils.

Classe 10. — Les bois.

Classe 11. — Les viandes en vrac, parées, mais non apprêtées.

Dans la direction opposée, où les transports ne portent que sur des marchandises dont le prix est moins sujet à varier, et pour lesquelles la concurrence de la navigation est peu à craindre, les tarifs de transit arrêtés par l'association des mêmes compagnies sont fixes, et ils ne forment que quatre classes, dont la dernière renferme un grand nombre d'articles appartenant aux premières classes transportés en wagons complets ; certains articles de valeur ont d'ailleurs à acquitter jusqu'à quatre fois le tarif de la première classe, s'ils voyagent aux risques de la compagnie.

Conditions de livraison. — Quel que soit le tarif appliqué, les compagnies de chemins de fer ne prennent en général aucun engagement pour les délais de livraison; elles sont seulement tenues d'effectuer les transports avec une célérité *raisonnable*, en rapport avec l'organisation et les exigences de leur service. Il est ordinairement stipulé que les marchandises qui n'auraient pas été enlevées dans les vingt-quatre heures par les consignataires après avis de leur arrivée, seront mises en magasin, et qu'elles auront à acquitter un droit de magasinage, calculé sur certaines lignes à raison de 0 fr. 55 les 100 kilogrammes et par jour, sans pouvoir descendre au-dessous de 1 fr. 25.

Les compagnies cherchent beaucoup moins à bénéficier du magasinage qu'à restreindre par l'élévation des droits qu'elles perçoivent à cette occasion les installations à affecter à cet usage.

Pour les marchandises expédiées par wagons entiers, et dont le chargement et le déchargement sont à la charge des expéditeurs et consignataires, la préoccupation d'assurer avant tout la bonne utilisation de leur matériel a fait également adopter par les compagnies le principe de l'enlèvement obligatoire dans les vingt-quatre heures sous peine d'une amende de 15 à 25 francs par jour et par wagon ; la compagnie se réservant d'ailleurs toujours d'effectuer le déchargement aux frais des consignataires, en déclinant toute responsabilité en ce qui concerne la conservation de la marchandise.

Tarifs locaux. — Quant aux tarifs mêmes, nous avons déjà dit qu'ils sont partout essentiellement différentiels sur les lignes les plus anciennes de l'Est, comme sur les plus récentes de l'Ouest, qu'il s'agisse de transports effectués à des distances relativement faibles sur un seul réseau et sans concurrence, ou sur plusieurs réseaux, en transit ou en concurrence avec d'autres lignes, à des distances plus ou moins considérables.

Sur la principale ligne de l'État de Massachusetts, celle de Boston à Albany, on payait par exemple en 1879 pour les farines expédiées par wagon de 10 tonnes, de la station de Wilbraham, les prix suivants qui accusent une décroissance rapide des tarifs avec la distance :

DE WILBRAHAM A :	DISTANCE.	PRIX TOTAL PAR TONNE.	PRIX PAR TONNE ET PAR KILOMÈTRE.
	kilom.	fr.	cent.
Springfield	14,5	6,60	55
Worcester	72,0	12,10	17
Millburg	86,4	14,30	16
S. Framingham	109,0	14,30	13
Boston	142,5	17,20	12

Il en est de même pour les tarifs locaux appliqués dans ces derniers temps sur les quatre Trunk-lines américaines, ainsi qu'on peut le voir par le tableau suivant extrait de la déposition de M. G. R. Blanchard, devant le comité d'enquête sur les chemins de fer de l'État de New-York en 1879.

TARIFS LOCAUX DES TRUNK-LINES PAR TONNE EN 1879 (EN FRANCS).

DISTANCE D'APPLICATION.	BALTIMORE-OHIO R.R. DE BALTIMORE. CLASSES.				PENNSYLVANIA R.R. DE PHILADELPHIE. CLASSES.				NEW-YORK CENTRAL ET HUDSON RIVER R.R. DE NEW-YORK. CLASSES.				NEW-YORK, LAKE ÉRIÉ ET WESTERN R.R. DE NEW-YORK. CLASSES.			
	1re	2e	3e	4e	1re	2e	3e	4e	1re	2e	3e	4e	1re	2e	3e	4e
Jusqu'à 40 kilomètres	9,45	9,45	9,45	9,45	14,30	11	9,9	7,7	19,8	19,8	7,7	7,7	20,9	17,6	13,2	9,9
Minimum par kilomètre	0,236	0,236	0,236	0,236	0,357	0,275	0,247	0,192	0,495	0,495	0,192	0,192	0,522	0,440	0,330	0,247
De 40 à 80 kilomètres	22	20,9	19,8	16,5	20,9	17,6	15,4	12,1	24,2	24,2	8,8	8,8	26,2	20,9	15,4	12,1
Minimum par kilomètre	0,275	0,261	0,247	0,206	0 261	0,222	0,192	0,151	0,302	0,302	0,110	0,110	0,327	0,261	0,192	0,151
De 80 à 120 kilomètres	33	27,5	23,1	19,8	27,5	23,2	19,8	16,5	24,2	24,2	8,8	8,8	31,9	25,3	18,7	14,3
Minimum par kilomètre	0,275	0,230	0,192	0,165	0,230	0,192	0,165	0,137	0,202	0,202	0,073	0,073	0,266	0,211	0,156	0,120
De 120 à 160 kilomètres	44	33	27,5	24,2	33	27,5	22	16,5	27,5	27,5	11	11	38,5	29,7	22	16,5
Minimum par kilomètre	0,275	0,206	0,184	0,151	0,206	0,184	0,147	0,103	0,184	0,184	0,068	0,068	0,240	0,185	0,137	0,103
De 160 à 200 kilomètres	55	41,8	35,2	27,5	41,25	37,4	33	26,4	27,5	27,5	11	11	44	33	25,3	19,8
Minimum par kilomètre	0,275	0,209	0,176	0,137	0,206	0,187	0,165	0,132	0,137	0,137	0,055	0,055	0,220	0,165	0,126	0,099
De 200 à 240 kilomètres	60,5	49,5	41,8	27,5	48,4	40,7	36,3	28,6	27.5	23.1	19,8	16,5	44	33	27,5	22
Minimum par kilomètre	0,252	0,206	0,177	0,114	0,201	0,169	0,151	0,119	0,115	0,096	0,083	0,068	0,183	0,137	0,114	0,091
De 240 à 280 kilomètres	60,5	49,5	44	28,6	59,4	50,6	40,7	31,9	28,6	24,2	20,9	17,6	44	33	27,5	22
Minimum par kilomètre	0,216	0,176	0,157	0,102	0,212	0,180	0,146	0,114	0,102	0,086	0,074	0,062	0,157	0,120	0,098	0,078
De 280 à 320 kilomètres	66	55	44	30,8	72,6	61,6	50,6	39,6	33	25,3	22	17,6	44	33	27,5	22
Minimum par kilomètre	0,206	0,172	0,138	0,096	0,226	0,192	0,158	0,123	0,103	0,079	0,069	0,055	0138	0,103	0,088	0,069
De 320 à 360 kilomètres	69.3	58.3	47,3	331	78,1	61,6	50,6	39,6	36,3	28,6	24,2	18,7	44	33	27,5	22
Minimum par kilomètre	0,191	0,162	0,131	0,09	0,217	0,171	0,140	0,110	0,101	0,079	0,067	0,052	0,122	0,091	0,076	0,061
De 360 à 400 kilomètres	72,6	61,6	49,5	331	78,1	61,6	50,6	39,6	38,5	30,8	26,4	19,8	44	33	27,5	22
Minimum par kilomètre	0,181	0,154	0,124	0,08	0,195	0,154	0,126	0,099	0,096	0,077	0,066	0,049	0,110	0,083	0,070	0,055
De 400 à 440 kilomètres	80,3	69,6	49,5	335	78,1	61,6	50,6	39,6	39,6	22	17,5	19,8	44	33	27,5	22
Minimum par kilomètre	0,182	0,158	0,112	0,072	0,177	0,144	0,115	0,090	0,090	0,050	0,040	0,045	0,100	0,075	0,062	0,050
De 440 à 480 kilomètres	82,5	71,5	51,7	35,3	78,1	61,6	50,6	39,6	41,8	31,9	27,5	20,9	44	33	27,5	22
Minimum par kilomètre	0,171	0,149	0,107	0,074	0,161	0,128	0,105	0,082	0,087	0,066	0,057	0,043	0,091	0,068	0,057	0,045
De 480 à 520 kilomètres	85,8	74,8	55	37,2	78,1	61,6	50,6	39,6	42,9	31,9	27,5	20,9	47,3	38,5	33	25,3
Minimum par kilomètre	0,165	0,144	0,106	0,074	0,150	0.118	0,097	0,076	0,082	0,061	0,053	0,040	0,091	0,074	0,063	0,049
De 520 à 600 kilomètres	87,8	74,8	55	37,	78,1	61,6	50,6	39,6	44	33	27,5	22	47,3	38,5	33	25,3
Minimum par kilomètre	0,147	0,124	0,091	0,062	0,130	0,102	0,084	0,066	0,073	0,055	0,046	0,037	0,079	0,064	0,055	0,042

Le caractère différentiel des tarifs locaux n'est pas moins marqué sur les principales lignes aboutissant à Saint-Louis, sur la rive gauche du Mississipi, où la Chambre de commerce de Saint-Louis relevait en 1876 les chiffres suivants :

TARIFS EN CENTIMES PAR TONNE ET PAR KILOMÈTRE					
NOMS DES LIGNES	DISTANCES en kilomètres.	CLASSES 1.	2.	3.	4.
Ohio et Mississipi	80	41	34	30	17
	160	30	24	20	15
	240	25	21	17	13
	320	21	13,5	14	10
Vandalia	80	47	37	29	23
	160	31,5	32	19	16
	240	26	21	17	13
	320	23	18,5	15	11
Chicago et Alton	80	59	50	41	32
	160	36	30	24	19
	240	29	24	20	15
	320	24	20	17	12,5
Toledo Wabash	80	30	25	19	15
	160	21	19	14	11
	240	18	16	12	10
	320	15	14	11	9

La ligne de Toledo-Wabash, qui, ainsi que nous l'avons remarqué plus haut, coupe en écharpe un grand nombre de lignes, a été conduite par la concurrence qu'elle rencontre sur presque tout son parcours, à baisser ses tarifs beaucoup plus que les autres lignes.

Tarifs de transit. — La diminution progressive avec la distance, que présentent les tarifs kilométriques appliqués par les compagnies sur les parties de leurs réseaux où elles n'ont pas à craindre de compétition, et qui correspond à la réduction que subissent les frais de service dans les gares (*terminal charges*) à mesure qu'ils se répartissent sur de plus longs parcours, leur procure un certain développement de trafic en raison de l'agrandissement qu'ils donnent aux débouchés de certaines marchandises. Bien que très sensible, elle eût été certainement insuffisante pour permettre aux chemins de fer de disputer aux voies navigables le transport des céréales des grands entrepôts de l'Ouest vers les ports de l'Atlan-

tique, et pour donner à l'exportation de ces produits l'énorme extension qu'elle a reçue dans ces dernières années. Du jour où les compagnies de chemins de fer ont voulu prendre leur part de ce mouvement de transit, elles ont dû, comme la navigation, se contenter de tarifs en rapport avec les cours des marchandises sur les marchés des États de l'Ouest et sur le marché européen, et combinés pour chaque port terminus avec les tarifs des transports par mer, de telle sorte que le prix total de transport d'Amérique en Europe fût le même, quelle que fût la route suivie.

Tout d'abord, ces tarifs pour chaque route empruntée par le transit, n'ont été assujettis à aucune règle. Les compagnies intéressées convenaient de s'en remettre pour la fixation du tarif total de transit à la compagnie expéditrice. Pour les points intermédiaires entre les grands marchés de l'Ouest et les ports de l'Atlantique, les tarifs étaient obtenus en réduisant dans le rapport des distances les tarifs arrêtés pour le parcours entre les points extrêmes (*Mac Graham table*). Les taxes perçues étaient réparties entre les compagnies proportionnellement au parcours sur chaque réseau.

Système de tarification du syndicat des grandes compagnies de l'Est. — Le système de tarification, adopté pour le transit à partir de la fin de l'année 1879 par le *joint executive Committee*, dont nous avons décrit au chapitre précédent l'organisation, tout en se pliant aux variations de prix des marchandises, et en assurant à chaque grand port sa part de transit, applique à ce transit des tarifs différentiels qui sont uniformes pour tous les points des réseaux où il pourrait y avoir compétition entre les compagnies.

Le mécanisme de cette tarification est le suivant :

Pour toutes les marchandises expédiées en transit, tant de l'Ouest vers les ports de l'Est, que de ces ports vers les États de l'Ouest, les représentants des compagnies associées, convoqués autant de fois que cela est nécessaire par le commissaire de l'association, arrêtent ensemble, pour une période indéterminée, les tarifs applicables aux expéditions sur rails des diverses classes de marchandises énumérées plus haut pour le parcours entre Chicago et New-York, qui sont les principaux marchés des États-Unis pour les céréales, les salaisons et le bétail vivant. Ces tarifs sont destinés à servir de bases pour la fixation des tarifs à appliquer à tous les parcours.

Tarifs appliqués au transit de l'Ouest à l'Est. — Pour le transport en transit de ces marchandises de l'Ouest à l'Est, les tarifs adoptés pour la saison pendant laquelle la navigation est ouverte sont seulement un peu supérieurs aux tarifs des transports par eau, la moindre durée des transports sur rails étant un avantage pour lequel le commerce consent à faire un certain sacrifice ; ces tarifs, lorsque la navigation est interrompue pendant l'hiver, subissent un certain relèvement, qui est d'ailleurs contenu dans des limites assez étroites, pour ne pas décider le commerce, soit à emmagasiner les marchandises jusqu'au moment de la réouverture de la navigation sur les lacs et le canal Érié, soit à les diriger sur le port de la Nouvelle-Orléans par le Mississipi, qui, à partir de Saint-Louis, est rarement pris par les glaces.

Les autres classes de marchandises, pour le même trajet de Chicago à New-York, selon que le transport en est plus ou moins susceptible d'être affecté par les circonstances, donnent lieu également à la fixation de tarifs plus ou moins fréquemment revisés.

On se sert ensuite des tarifs adoptés pour les expéditions de Chicago à New-York, pour déterminer les tarifs applicables aux autres points d'expédition, en calculant, une fois pour toutes, à l'avance, pour chaque point, un coefficient par lequel on doit multiplier le tarif de Chicago à New-York, diminué d'une somme constante de 6 fr. 60 par tonne. Cette somme, qui paraît plus que suffisante pour couvrir la moyenne des *terminal charges*, donne aux tarifs un caractère différentiel bien accusé.

Le tableau des coefficients, pris égaux chacun le plus généralement au rapport des plus courtes distances sur rails du point d'expédition et de Chicago à New-York, une fois arrêté par la Commission, permet de passer rapidement d'une gare d'expédition à une autre pour l'évaluation des tarifs correspondant à une même classe de marchandises[1].

Supposons, par exemple, qu'il s'agisse d'obtenir le tarif applicable aux expéditions de marchandises de la 7e classe, faites de Louisville à New-York. Les plus courtes distances sur rails, de Chicago et de Louisville à New-York, étant respectivement de 1478 et 1423 kilomètres, le coefficient de réduction adopté est, pour Louisville, $\frac{1423}{1478} = 0,96$. Si le tarif par tonne, pour la 7e classe, de Chicago

1. Les plus courtes distances sur rails des principales villes des États de l'Ouest aux

à New-York est 44 fr., le tarif applicable pour la même classe, de Louisville à New-York, est 44 fr. $\times$ 0.96 + 6 fr. 60 = 48 fr. 84.

Pour passer ensuite aux tarifs de transit applicables aux ports de destination autres que New-York, une augmentation ou une diminution constante est destinée à tenir compte, dans une certaine mesure, des écarts que présentent, dans ces différents ports, les prix des frets pour les divers ports européens.

D'après l'arrangement intervenu en 1879 entre les compagnies syndiquées, les tarifs calculés pour New-York devaient recevoir :

1° Pour Boston, une augmentation de 11 fr. 10 ou de 5 fr. 55, suivant qu'il s'agit de la 1re et de la 2e classe ou des classes suivantes;

2° Pour Philadelphie et pour Baltimore, des diminutions fixées respectivement à 2 fr. 20 et 3 fr. 30 pour toutes les classes.

Ce système de tarification a l'avantage de permettre, sur toute l'étendue de l'association, un maniement extrêmement prompt des tarifs qu'il est nécessaire de modifier fréquemment pour lutter avec les lignes de transport rivales, qui ne se font pas défaut de faire varier brusquement leurs tarifs. Le directeur du syndicat n'a qu'à télégraphier aux représentants de l'association sur les divers points d'expédition les tarifs arrêtés dans une réunion du syndicat pour les expéditions de certaines classes de marchandises, de Chicago à New-York, pour que tous sachent immédiatement quels prix ils ont à appliquer.

Le syndicat, dont le comité supérieur tient de fréquentes séances, se contente souvent de faire connaître, trois ou quatre jours à l'avance, les abaissements de tarifs qu'il décide. Pour les relèvements, il s'est imposé l'obligation de ne les appliquer que dans un délai de dix jours, à compter de l'avertissement. L'association, qui donne à toutes ses opérations, et notamment à ses rema-

---

ports de Boston, New-York, Philadelphie, Baltimore, et les coefficients de réduction adoptés par le syndicat, sont donnés dans le tableau suivant :

DÉSIGNATION DES VILLES.	COEFFICIENTS DE RÉDUCTION en centièmes.	PLUS COURTES DISTANCES DE CES VILLES A :			
		NEW-YORK.	BOSTON.	PHILADELPHIE.	BALTIMORE.
		kilom.	kilom	kilom.	kilom.
Chicago	100	1478	1626	1325	1350
Saint-Louis	116	1711	2141	1128	1476
Louisville......	96	1423	1707	1278	1136
Cincinnati	87	1219	1594	1073	927
Indianopolis ...	93	1328	1668	1183	1102

niements de tarifs, la plus grande publicité, s'est interdit d'ailleurs les traités particuliers, par exemple les traités pour des durées ou des chiffres d'expédition déterminés, de manière à conserver, en tout temps et partout, la pleine liberté de modifier ses tarifs.

Indépendamment de la tarification par classes, en prenant pour base le tarif arrêté entre Chicago et New-York, l'association arrête, pour certaines marchandises dont le principal marché n'est pas à Chicago, des tarifs spéciaux à appliquer entre diverses villes et New-York, sans tenir compte des coefficients de réduction précédemment déterminés pour les distances.

C'est ainsi que le 7 mai 1880, par exemple, le comité de l'association a fixé les tarifs suivants pour le tabac en feuilles à destination de New-York :

GARES D'EXPÉDITION.	TARIF PAR TONNE EN FRANCS.
Saint-Louis, Hannibal, Quincy, Burlington, Keokuk, Louisiana	51,70
Louisville, Jeffersonville, New-Albany	41,80
Cincinnati	34,70

En diminuant respectivement ces tarifs des *terminal charges* fixées à 6 fr. 60 par tonne, on trouverait que les rapports entre les différences s'écartent plus ou moins de ceux entre les coefficients de réduction ci-dessus définis.

L'adoption du système de tarification du syndicat des grandes compagnies n'a pas été sans rencontrer des difficultés assez graves.

Les difficultés ont tout d'abord surgi au sujet de la fixation des coefficients de réduction à appliquer aux diverses gares d'expédition. Il est certain que la tarification d'après la distance à New-York peut ne pas se trouver en rapport avec les moyens de transport plus économiques dont peuvent disposer certains points d'expédition, situés par exemple sur des voies navigables, et faire par suite obstacle à l'extension de leurs débouchés. Il est d'autre part des cas où des villes beaucoup plus rapprochées de Baltimore et de Philadelphie que de New-York peuvent se plaindre qu'on allonge fictivement la distance qui les sépare des deux premières villes. En fait, la règle adoptée par le syndicat, bien qu'appliquée dans la plupart des cas, a dû admettre un certain nombre d'exceptions pour

tenir compte des exigences des centres commerciaux intéressés.

L'association a dû se résoudre en outre à adopter, dans certaines directions, deux catégories de tarifs correspondant, les uns aux transports effectués uniquement sur rails, les autres, aux transports sur rails et par eau, certaines compagnies empruntant parfois le concours de la navigation pour assurer leurs débouchés sur les ports.

Par exemple, pour Memphis (Tennessee), d'où s'expédient des cotons pour New-York en remontant, par bateaux à vapeur, l'Ohio jusqu'à Pittsburg, les prix arrêtés le 1er octobre 1879 étaient, pour cette marchandise :

De 72 fr. 70 par tonne sur rails;

De 71 fr. 50 par tonne sur rails et par eau.

Dans la région des lacs, l'association a également admis des prix spéciaux pour les transports mixtes, qui exigent en moyenne deux fois plus de temps que les transports uniquement sur rails [1].

La difficulté la plus sérieuse est résultée de la variation du cours des frets dans les différents ports sur l'Atlantique. L'écart entre les frets, qui avait servi de base au calcul des différences à maintenir entre les tarifs appliqués aux transports sur rails, étant venu à diminuer, le commerce de New-York a demandé que ces différences fussent supprimées pour que les autres ports ne fussent pas favorisés à son détriment. L'association des grandes compagnies a cherché à lui donner satisfaction en décidant que, pour les exportations, les différences des tarifs de transit entre les ports seraient établies de manière à compenser exactement les écarts entre les frets, tandis que, pour les produits destinés à la consommation locale, on maintiendrait les différences primitivement arrêtées, de façon à faire bénéficier les villes de Philadelphie et de Baltimore de l'avantage de leur plus grand rapprochement des grands entrepôts de l'Ouest.

Mais on n'a pas tardé à reconnaître que cette décision, en raison de l'extrême variabilité des frets et de la difficulté de distinguer les expéditions destinées à l'exportation et à la consommation locale, était inexécutable. On a constaté d'ailleurs que l'abaissement du prix des transports par terre, d'une saison à l'autre, avait pour effet de déterminer une hausse à peu près égale des frets, de telle

1. On compte en général pour le trajet de Chicago à New-York : 1° De 15 à 20 jours par les lacs, le canal Erié et l'Hudson; 2° 10 jours en moyenne par les lacs et les chemins de fer aboutissant du lac Erié à New-York; 3° 5 jours et demi sur rails uniquement.

sorte que les prix totaux de transport par terre et par mer ne variaient que fort peu dans le cours d'une même année[1].

Le parti pris, au commencement de l'année 1882, par le syndicat, de faire le partage du trafic entre les compagnies, partout où ce partage peut présenter un certain intérêt, ôte désormais beaucoup de son importance à la question des différences à maintenir entre les tarifs officiels de transit pour les ports de l'Atlantique, différences qui n'ont jamais été observées bien rigoureusement par les compagnies.

Quant à la quotité des tarifs en vigueur dans l'association pour les différentes classes de marchandises, elle est donnée à diverses époques des années 1880 et 1881 pour les expéditions de Chicago à New-York, dans le tableau suivant qui fait ressortir le caractère essentiellement variable de ces tarifs pour certaines marchandises :

ÉPOQUES de FIXATION.	TARIFS APPLIQUÉS PAR TONNE AUX EXPÉDITIONS EN TRANSIT DE CHICAGO A NEW-YORK (1478 KILOMÈTRES) EN 1880 ET 1881.										
	CLASSES A TARIFS FIXES						CLASSES A TARIFS VARIABLES				
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.
	fr.	fr.	fr.	fr.	fr.	fr.	fr.	fr.	fr.	fr.	fr.
Mars 1880.	132	99	77	66	55	49,5	49,50	38,50	77,00	36,30	55,00
Avril 1880.....	»	»	»	»	»	»	38,80	33,00	66,00	»	44,00
Novembre 1880.	»	»	»	»	»	»	44,00	38,50	49,50	38,50	49,50
Février 1881...	»	»	»	»	»	»	44,00	38,50	49,50	38,50	»
Juin 1881......	111	93,50	77	66	55	49,5	27,20	22,20	33,30	33,30	»

1. D'après M. Fink, les tarifs de transit en 1880 (comprenant à la fois le fret et le transport au lieu d'embarquement) pour les grains expédiés de Chicago en Europe ont été, par tonne :

DÉSIGNATION DES PÉRIODES.	PORTS AMÉRICAINS D'EMBARQUEMENT		
	New-York.	Philadelphie.	Baltimore.
	fr.	fr.	fr.
Pendant la saison de la navigation..........	55,30	56,50	56,90
En moyenne pendant l'année...............	53,88	56,70	56,80

Bien que la moyenne du prix des frets ait varié comme il suit :

DÉSIGNATION DES PÉRIODES.	New-York.	Philadelphie.	Baltimore.
	fr.	fr.	fr.
Premiers six mois de l'année...............	22,20	24,10	24.80
Derniers six mois.........................	28,40	28,70	30,10

La comparaison des tarifs pour mars et avril 1880 met en évidence l'influence de la concurrence de la navigation, réouverte en avril; celle des chiffres de juin 1881 et d'avril 1880 accuse pour certaines classes un abaissement d'un tiers, réduisant le tarif kilomètrique à 0 fr. 015 par tonne, qui est dû à la guerre de tarifs, commencée en avril 1881, et que l'association a cherché à empêcher par une réduction considérable, dépassée néanmoins de beaucoup par celle qui a été consentie secrètement par certaines compagnies; nous avons vu précédemment que, sur certaines classes, les tarifs ont été inférieurs à un centime par tonne et par kilomètre.

Transport du bétail. — Pour les transports de bétail expédié en grandes quantités de Saint-Louis et de Chicago sur New-York, on est convenu, en 1880, d'avoir un prix par mille kilogrammes de 41 fr. 20, ce prix étant réduit à 38 fr. 50 pour les autres ports de l'Atlantique, et de n'admettre, pour tous les autres points d'expédition, que des tarifs au moins égaux à ceux de Chicago.

Tarifs appliqués aux transports de l'Est vers l'Ouest. — Il n'a été question jusqu'à présent que des tarifs applicables aux marchandises expédiées de l'Ouest vers l'Est. Pour les transports dans le sens opposé, qui se font presque entièrement par voies ferrées, les Trunk-lines se sont mises d'accord bien plutôt sur les tarifs de transit, beaucoup moins sujets à varier. En vertu d'un arrangement intervenu en 1877, ces tarifs, variables quant à leur quotité absolue, sont réglés d'après les mêmes bases que les tarifs en sens opposé, en prenant pour point de départ le tarif de New-York à Chicago; on est convenu seulement de porter à 8 fr. 80 par tonne la diminution à accorder aux expéditions de Baltimore pour les marchandises de la première et de la deuxième classe, et à 6 fr. 60 pour Philadelphie; les différences sur la troisième, et la quatrième classe, restant les mêmes qu'en sens opposé.

Au commencement de 1880, les tarifs des expéditions de New-York sur Chicago étaient les suivants pour les quatre premières classes et par 1000 kilogrammes :

1re classe.	2e classe.	3e classe.	4e classe.
82f,50	66f,00	55f,00	44f,00

Pendant la guerre de tarifs de l'été de 1880, ces tarifs ont été abaissés aux chiffres suivants :

1re classe.	2e classe.	3e classe.	4e classe.
49f,50	35f,30	28f,30	20f,90

c'est-à-dire en moyenne de moitié.

Ces prix sont généralement inférieurs à ceux des transports en sens inverse; ce qui s'explique par la plus grande concurrence, jointe à ce fait, que, dans cette direction, un tarif, si bas qu'il soit, constitue toujours un bénéfice pour la Compagnie dont les wagons retournent presque à vide.

Le système de tarification de l'association des grandes compagnies pour les transports de transit a en définitive le mérite, tout en se prêtant aux modifications que peuvent réclamer les circonstances, de n'exiger qu'une classification assez simple, et de fonctionner d'une manière uniforme sur un territoire très étendu. Il est toutefois incomplet en ce qu'il s'applique exclusivement sur ce territoire aux points desservis par plusieurs compagnies à la fois; il laisse de côté, d'une part tous ceux où il n'existe qu'une seule de ces compagnies, laquelle reste complètement maîtresse alors de ses tarifs, d'autre part tous les points situés en dehors du réseau de l'association, pour lesquels il faut recourir, pour les transports de transit, à des compagnies spéciales dites coopératives, formées par l'association de diverses compagnies de chemins de fer desservant des régions différentes, dont nous aurons plus loin à décrire l'organisation.

Tarifs additionnels. — L'association des grandes compagnies de l'Est représentée par le *Joint Committee* ne dépassant pas le Missisipi, pour les expéditions partant de points situés au delà de cette limite, ou y aboutissant, le tarif total s'obtient en ajoutant au *through tariff* commun de ces compagnies, les tarifs des lignes situées plus à l'Ouest. Nous avons vu que les réseaux de ces lignes étant beaucoup plus sujets à se modifier par suite de la construction de lignes nouvelles, que ceux des lignes situées à l'Est, les associations qu'elles peuvent organiser entre elles pour le partage du trafic sont plus exposées à se rompre. On conçoit, dès lors que les grandes compagnies de l'Est aient tenu à les laisser en dehors de leur association.

Pour les stations situées dans le réseau des grandes compagnies de l'Est, en dehors des points de concurrence, il y a encore à ajouter aux *through tariffs* les tarifs locaux que perçoit celle des compagnies faisant partie de l'association dont l'expédition parcourt en dernier lieu le réseau. Pour tout un groupe de stations situées sur les embranchements des Trunk-lines, ces compagnies se contentent souvent de stipuler une augmentation fixe par tonne et par cent kilomètres, sur les tarifs applicables à la tête de ligne.

C'est ainsi, par exemple, que sur le North-Pennsylvania R.R. les *through tariffs* sur Philadelphie s'appliquent avec une augmentation uniforme de 5 fr. 55 par tonne à la plupart des stations. Sur le Lehigh Valley R.R., en vertu d'un arrangement avec les Trunk-lines, l'augmentation varie entre 3 fr. 50 et 5 fr. 55 sur les tarifs de Philadelphie. Sur le New-York, Lake-Érié et Western R.R. et le New-York Central et Hudson River R.R., un grand nombre de stations importantes sont assimilées à New-York, mais pour les chargements entiers seulement; pour d'autres stations, l'augmentation est de 2 fr. 20 par tonne sur les tarifs fixés pour Salamanca et Buffalo, qui sont moindres que pour New-York. En général, les tarifs ne sont pas plus élevés pour une plus grande distance que pour une plus petite; cela a cependant lieu quelquefois, et on pourrait en citer plus d'un exemple.

Ce sont généralement les tarifs appliqués au trafic local qui donnent lieu aux plaintes les plus nombreuses : le nom seul d'*arbitraries* qui leur est habituellement donné accuse leur peu de fixité et l'arbitraire qui préside à leur application.

Tarifs particuliers. — Il y a lieu toutefois de reconnaître que les traités particuliers, reprochés aux compagnies de chemins de fer, aussi bien en Amérique qu'en Europe, trouvent plus particulièrement dans ce pays leur justification dans les conditions exceptionnelles auxquelles ils s'appliquent. Il arrive fréquemment que les compagnies ont affaire à des établissements industriels en voie de création, qui leur demandent des prix réduits pour des transports dont ils ne peuvent garantir ni l'importance, ni la permanence. La compagnie à laquelle ils s'adressent doit, en vue de ces transports, faire de nouvelles dépenses d'installation de voies ou de quais qui seront faites en pure perte, si l'entreprise ne réussit pas, ou si les transports qui lui ont été promis prennent une

autre voie. Pour se garantir contre cette double éventualité, elle stipule habituellement qu'elle appliquera aux nouveaux transports ses pleins tarifs, mais qu'elle accordera à la fin de chaque mois une remise sur ces tarifs (*rebate*), si le nombre de tonnes promises est atteint.

De même il arrive quelquefois qu'une compagnie consent à transporter, sans bénéfice et même à perte sur un faible parcours, le charbon et le minerai nécessaires à une usine qui se monte, sous la condition qu'elle en transportera à des distances assez considérables les produits manufacturés, passibles de tarifs plus élevés. Cette convention donne encore lieu à la stipulation d'une remise, qui est retenue par la compagnie en garantie de l'exécution du traité passé avec l'expéditeur.

Des tarifs *fermes* seraient certainement moins propres à donner aux entreprises naissantes les encouragements dont elles ont besoin, tout en offrant aux compagnies des garanties suffisantes.

Beaucoup de ces tarifs particuliers sont en quelque sorte des tarifs d'essai, dont l'extension et la modification, à mesure que les industries auxquelles ils s'appliquent se développent sur les différents points des lignes, conduisent à l'établissement de tarifs différentiels plus réguliers.

Remarquons que c'est en définitive la concurrence qui, dans ce cas comme dans celui des tarifs de transit, intervient pour régler le prix. Pour ces derniers tarifs, c'est bien évidemment le jeu de l'offre et de la demande qui, en fixant la valeur des marchandises sur les grands marchés de l'intérieur et de l'étranger, détermine la valeur corrélative des transports.

Il n'en est pas autrement pour les tarifs différentiels locaux, accordés d'abord à certains producteurs isolés, puis étendus à tous les producteurs placés dans les mêmes conditions, les réductions qui leur sont accordées pour le transport, soit de leurs produits, soit des matières qui servent à les fabriquer, étant calculées pour qu'ils puissent disputer certains marchés à leurs concurrents[1].

Tarifs appliqués sur les lignes situées au delà du Mississipi. — Les

1. Dans sa déposition précédemment citée, M. Blanchard constate qu'il a été créé, de 1865 à 1873, le long d'une des lignes du chemin de fer de l'Erié 1667 établissements industriels, correspondant à une augmentation de 94,5 pour 100 dans leur nombre, dont la formation peut être en grande partie attribuée à des abaissements de tarifs.

associations autres que celle des grandes lignes des États de l'Est, notamment la South-Western Association et la Southern Railroad et Steamship Association, ont des tarifs établis d'après les mêmes principes que cette association, et, tout en gardant chacune leur indépendance propre, elles se mettent généralement d'accord avec elle pour l'application de tarifs communs.

Les lignes de la South-Western Association, qui n'ont guère à craindre la concurrence de la navigation, très difficile sur le Missouri avaient, à la fin de l'année 1879, les tarifs suivants pour les transports de l'Ouest à l'Est, en francs, par mille kilogrammes.

DES QUATRE PASSAGES DU MISSOURI [1].	PREMIÈRE CLASSE.	DEUXIÈME CLASSE.	TROISIÈME CLASSE.	QUATRIÈME CLASSE.	BLÉ EN VRAC.	MAÏS.	FARINE EN BARILS.	VIANDES SALÉES.	PORC PARÉ.	ENGRAIS.	MINERAI.
	fr.	fr.	fr.	fr.	fr.	fr.	fr.	fr.	fr.	fr.	fr.
A Saint-Louis........ (dist. minima de 446k)	66,00	49,50	33,00	22,00	22,00	16,50	44,0	22,00	36,30	20,90	20,90
Soit par kilomètre et par tonne.........	0,148	0,111	0,067	0,049	0,049	0,037	0,098	0,049	0,081	0,047	0,047
A Chicago........... (dist. minima de 755k)	75,00	66,00	49,50	27,50	27,50	22,00	55,00	27,50	49,50	27,50	27,50
Soit par kilomètre et par tonne.........	0,100	0,087	0,065	0,036	0,036	0,029	0,072	0,036	0,065	0,036	0,036

1. On désigne sous ce nom les 4 stations de Leavenworth, Kansas City, Atchison et Saint-Joseph.

Les lignes principales du Wisconsin: Chicago, Milwaukee et Saint-Paul; Chicago et North Western; Chicago, Saint-Paul et Minneapolis, ont également, d'accord avec le Canadian Pacific, établi des tarifs communs, en vue de favoriser la colonisation du Nord du Minnesota et de la colonie canadienne du Manitoba, régions où se portent en grand nombre les immigrants depuis quelques années. Des tarifs réduits échelonnés comme il suit sont applicables aux divers transports par mille kilogrammes :

PAR TONNE DE CHICAGO A :	1re CLASSE.	2e CLASSE.	3e CLASSE.	4e CLASSE.	5e CLASSE.	CÉRÉALES.	SEL.	CIMENT.	BOIS.	CHEVAUX.	BESTIAUX.	MOUTONS.
						par chargements complets.						
	fr.	fr.	fr.	fr.	fr.	fr.	fr.	fr.	fr.	fr.	fr.	fr.
Milwaukee et Minneapolis ou Saint-Paul.	82,50	99	49,50	38,50	27,50	22	33	16.50	22	30	30	22,50
(Distance variant de 346 à 483 kil., soit au minimum par tonne et par kilomètre	0,160	0,136	0.102	0,080	0,056	0,045	0,068	0,034	0,045	0,062	0,062	0,046

DE SAINT-PAUL A :	1re CLASSE.	2e CLASSE.	3e CLASSE.	4e CLASSE.	CÉRÉALES.	BOIS.	BÉTAIL vivant.	CHARBON et coke.	FARINES.	SEL et ciment.	MATÉRIEL agricole.
					par chargements complets.						
	par tonne	tonne	tonne	tonne	tonne	tonne	tonne	tonne	baril	baril	wag.
	fr.	fr.	fr.	fr.	fr.	fr.	fr.	fr.	fr.	fr.	fr.
Saint-Vincent (Manitoba) (626 kilom.)	165	143	121	99	38,5	38,5	55	49.5	3,50	6,50	500
Soit par tonne et par kilomètre	0,16	0.23	0.19	0,16	0,06	0.06	0,09	0.08			

On voit que les tarifs s'élèvent considérablement, à mesure que le trafic se dissémine et se raréfie en passant des grandes aux petites lignes.

Sur le bas Mississipi, les chemins de fer luttent difficilement pour le transport des marchandises de peu de valeur avec la navigation, très active et presque ininterrompue sur ce fleuve. En mai 1879, les tarifs pour les marchandises de la quatrième classe étaient les suivants par tonne :

DE SAINT-LOUIS A :	DISTANCE.	TARIFS PAR EAU		TARIFS SUR RAILS	
		TARIF TOTAL	PAR KILOM.	TARIF TOTAL	PAR KILOM.
	kilom.	fr.	fr.	fr.	fr.
Memphis	561	13,75	0,024	22,00	0,035
Vicsburg	945	19,25	0,020	42,50	0,045
New-Orleans	1167	13,75	0,012	35,20	0,030

Sur la rive droite du Missouri, par suite de la fusion qui s'est faite

entre l'Union Pacific R.R. et le Kansas Pacific R.R., des tarifs communs de transit, ont été établis pour les marchandises transportées de Kansas City et Leavenworth aux différentes stations du Colorado. Ces tarifs sont indiqués dans le tableau suivant par tonne pour quelques destinations :

DE KANSAS-CITY A :	DISTANCES.	1re CLASSE.	2e CLASSE.	3e CLASSE.	4e CLASSE.	CLASSE SPÉCIALE.	CLASSE A.	CLASSE B.	PLANCHES.
	kilom.	fr.	fr.	fr.	fr.	fr.	fr.	fr.	fr.
Denver ou Cheyenne	1028 1251	266	222	194	150	138	111	83	55
Boulder	1053	285	238	207	162	151	122	94	63
Blackhawk	1087	322	273	242	193	182	152	120	81

La classe dite spéciale et les classes A et B se rapportent à des chargements complets par wagon de marchandises appartenant aux quatre premières classes.

Ces tarifs, qui ne dépassent pas 0 fr. 30 par tonne et par kilomètre pour la première classe, et qui s'abaissent jusqu'à 0 fr. 07 pour les dernières classes peuvent être considérés comme modérés, si on les compare aux tarifs locaux du Colorado, ainsi qu'on le verra plus loin.

Sur les lignes de l'Union et du Central Pacific R.R., les tarifs, bien que soumis au contrôle du gouvernement fédéral, ont subi souvent des oscillations extrêmement rapides. Pour les marchandises transportées par exemple de New-York à San Francisco, les tarifs de la compagnie de l'Union Pacific étaient en 1875 par tonne, en francs :

DATES.	1re CLASSE.	2e CLASSE.	3e CLASSE.	4e CLASSE.
Le 3 février 1875	357,5	220,0	209,0	198,0
» 4 mars »	550,0	440,0	330,0	275,0
» 19 mars »	660,0	550,0	440,0	330,0

Pour les stations intermédiaires entre San Francisco et Ogden, on ajoutait à ces *through tariffs* de New-York à San Francisco, les tarifs locaux de San Francisco à la station correspondante, soit par exemple pour la station de Winnemucca, située à 740 kilomètres de San Francisco, 30 francs pour la première classe.

Quant aux tarifs locaux, ils avaient été en 1873 calculés sur les bases suivantes, par tonne et par kilomètre, en francs :

TARIFS LOCAUX DU CENTRAL PACIFIC EN 1873.					
DISTANCES :	1re CLASSE.	2e CLASSE.	3e CLASSE.	4e CLASSE. Par chargements	5e CLASSE. de 10 tonnes.
320k	0,50	0,48	0,33	0,165	0,100
480k.........	0,42	0,41	0,28	0,120	0,090
640k.........	0,38	0,37	0,25	0,110	0,085
800k.........	0,34	0,33	0,22	0,092	0,072
960k.........	0,32	0,31	0,21	0,081	0,060
1120k...	0,28	0,28	0,18	0,071	0,055

D'après les lois en vigueur en Californie et en Nevada, les tarifs ne doivent pas dépasser par tonne et par kilomètre 0 fr. 46 dans le premier de ces États, ni 0 fr. 62 dans le deuxième.

Compagnies spéciales de transports. — A mesure que les chemins de fer se sont étendus dans toutes les directions, formant entre les divers points du continent américain des lignes continues, dont l'exploitation se partageait entre un nombre plus ou moins grand de compagnies, le besoin s'est fait sentir d'organiser, pour les transports directs à de grandes distances, des services spéciaux, d'abord pour ce que nous appellerions en France, le service des messageries, c'est-à-dire pour les colis expédiés par grande vitesse, puis pour les marchandises de toute nature.

Des compagnies spéciales se sont formées pour ce double service : celles qui ont pour objet les transports à grande vitesse dites « *express companies* » ont subsisté jusqu'à ce jour sans changement. Dans la plupart des trains de voyageurs, un ou deux wagons spéciaux sont affectés à ces transports entrepris principalement par quatre compagnies : l'Adams, l'American, et l'United-States Express dans les États de l'Est, et le Wells Fargo et Cy express, du Mississipi au Pacifique.

En 1875, les deux premières compagnies avaient à leur service 8000 hommes, 1900 chevaux, 1200 wagons et 3000 coffres-forts pour le transport des valeurs.

La plupart des compagnies de chemins de fer, intéressées chacune à assurer à ses lignes la régularité et l'exactitude du service des messageries, qui, fonctionnant d'une manière analogue à celui

de la poste, exige une certaine unité de direction et un personnel spécial, n'ont trouvé jusqu'à présent rien de mieux que de renouveler les traités passés primitivement avec ces diverses agences en en modifiant seulement les conditions suivant les cas. Elles ont d'ailleurs un moyen, dont elles usent volontiers, d'empêcher que ces compagnies spéciales ne fassent des bénéfices à leurs dépens : c'est d'entrer elles-mêmes comme actionnaires dans les compagnies de messageries. C'est ainsi que les recettes de l'agence Wells Fargo, qui donne des dividendes de 10 pour 100, se partagent pour la plus grande partie entre diverses compagnies de chemins de fer ; sur 30 000 actions, il y en a 12 500 appartenant au New-York Central et Hudson River R.R., 3000 au Lake Shore et Michigan R.R., 1000 au Cleveland Columbus Cincinnati R.R.

Pour les marchandises à petite vitesse, la création de compagnies spéciales de transit ayant chacune son matériel de transport a été accueillie favorablement au début par les compagnies de chemins de fer, qui se trouvaient ainsi dispensées de faire des dépenses additionnelles pour l'acquisition du matériel roulant, et pour la construction des installations nécessaires pour la réception et la livraison des marchandises. Les services de ces compagnies auxiliaires étaient surtout utiles pour les compagnies que des embarras financiers devaient détourner de faire de nouveaux appels au crédit pour compléter l'organisation de leur exploitation. Ils n'étaient pas moins précieux pour le public, en raison des facilités qui lui étaient données pour les expéditions directes à de très grandes distances, et de l'avantage pour lui de n'avoir affaire qu'à une seule compagnie assumant à son égard tous les risques du transport.

Plusieurs de ces compagnies se bornaient toutefois au rôle d'intermédiaires ou de commissionnaires de transports; elles n'avaient point de matériel roulant, et se servaient pour leurs transports du matériel même des compagnies de chemins de fer.

Ces compagnies ont fait des bénéfices d'autant plus considérables, qu'elles avaient pour elles la connivence des employés des compagnies de chemins de fer, qui y avaient en grand nombre des intérêts. Ces employés ne se contentaient pas de les laisser s'emparer des transports que les compagnies de chemins de fer auraient pu faire sans cet intermédiaire; ils leur accordaient, pour la location du matériel roulant et pour la traction, des réductions ruineuses pour les compagnies de chemins de fer, qui se trouvaient ainsi

dépouillées au profit de ces compagnies auxiliaires. Aussi les compagnies de chemins de fer ont-elles fini par faire disparaître ces compagnies spéciales de transports, pour y substituer un système de coopération, où ce sont les compagnies de chemin de fer seules qui se partagent entre elles les bénéfices des transports qu'elles font en commun avec leur propre matériel.

La plus puissante compagnie de transports qui ait existé est celle de l'*Empire line transportation Cy*, qui possédait 4500 wagons, et qui avait passé des marchés pour fourniture de matériel sur un parcours de 9000 kilomètres, et pour l'exploitation avec ce matériel de près de 39 000 kilomètres de voies ferrées, soit un tiers de toutes les voies ferrées des États-Unis. Cette compagnie possédait en outre sur les lacs une flotte de 18 steamers, et un grand nombre de voiliers, plusieurs élévateurs à blé à Port Erié, et d'amples installations à New-York et Philadelphie pour la livraison et la réception des marchandises. Elle s'était emparée de la plus grande partie des transports d'huile minérale en Pennsylvanie. En l'année 1873, elle avait transporté dans les deux sens 952 737 tonnes de marchandises.

Cette compagnie avait passé des marchés particuliers avec la plupart des compagnies de chemin de fer pour la circulation de son matériel; en dehors des réseaux de ces compagnies, elle louait son matériel à raison de 0 fr. 031 par wagon et par kilomètre.

La compagnie du Pennsylvania Rail Road, qui, dans le rapport de son comité d'investigation en 1873, rendait pleinement justice à la bonne organisation de cette compagnie dont elle déclarait ne pouvoir se passer, ne lui a toutefois jamais ouvert qu'une faible partie de son réseau, savoir : la section de Philadelphia-Érié, de Sunbury à Port Érié, et elle a fini par racheter complètement le matériel de l'Empire transportation Company pour compléter le sien, ce qui lui a permis d'étendre son réseau et de devenir maîtresse en son lieu et place de la plus grande partie des transports d'huile de pétrole.

Compagnies fournissant des wagons en location. — Les compagnies ayant uniquement pour objet la location des wagons ont toujours été assez rares; la principale compagnie pour la location des wagons existant encore aujourd'hui est celle de l'*United States Rolling Stock Cy*, organisée en 1871, et qui en 1876 possédait 105 locomotives, 65 voitures à voyageurs, 23 wagons pour bagage et 3931 wagons à marchandises; elle a distribué en 1876-1877 un dividende

de 9 pour 100. Les prix de location du matériel prêté par cette compagnie paraissent dans certains cas avoir dépassé les tarifs perçus par les compagnies de chemins de fer qui les empruntaient, et sa prospérité financière serait due principalement à la situation embarrassée d'un grand nombre de compagnies trop pauvres pour acquérir le matériel qui leur manquait.

Lignes coopératives. — Les transports empruntant plusieurs réseaux sont généralement faits aujourd'hui par des lignes dites coopératives, desservies chacune par des wagons d'une couleur particulière (*colored lines*), qui consistent uniquement en associations de compagnies de chemins de fer mettant en commun pour ces transports un certain nombre de wagons, et se partageant les taxes proportionnellement aux distances parcourues sur chaque réseau (*prorating*), après déduction des frais à payer aux deux extrémités du parcours (*terminal charges*).

Si les wagons fournis par chaque compagnie étaient en nombre proportionnel aux distances parcourues sur son réseau, les comptes entre les compagnies se réduiraient à ce partage; comme ce cas ne se présente qu'exceptionnellement, il est attribué à chaque compagnie pour chacun de ses wagons un prix de location de trois quarts de cent. par mille, soit 0 fr. 023 par kilomètre et par wagon; elle supporte en outre sa part des frais du personnel préposé aux transports communs ou chargé de leur attirer de la clientèle (*soliciting agents*). Chaque compagnie reste d'ailleurs maîtresse des tarifs sur le parcours de son réseau, quand il n'y a pas eu accord pour la fixation de tarifs communs.

Il existe aussi, pour les transports empruntant plusieurs réseaux, des compagnies d'organisation mixte comme la *Merchant's Dispatch line,* société au capital de 15 millions de francs représenté par 30 000 actions, dont 24 000 appartiennent à des compagnies de chemins de fer, 3000 à des particuliers. Le New-York Central et Hudson River R.R. a à lui seul de 12 000 à 13 000 de ces actions.

Cette compagnie dispose de 3451 voitures qu'elle loue à raison de 0 fr. 023 par kilomètre de parcours, comme les *colored lines;* elle se réserve en outre un bénéfice de 5 pour 100 du prix des transports sur les marchandises de quatrième classe et des classes spéciales, et 15 pour 100 sur les autres, pour manipulation et achalandage. Cette compagnie, qui offrirait les mêmes inconvénients que les

compagnies primitives de transport, si elle n'avait pour principaux actionnaires les compagnies de chemins de fer elles-mêmes, a donné des dividendes de 10 pour 100 depuis quatre ans. Son organisation est d'ailleurs condamnée en principe par les principaux chemins de fer, qui s'attachent aujourd'hui à pourvoir par eux-mêmes, soit seuls, soit en s'associant entre eux, à l'organisation de tous les services qui n'exigent pas absolument une organisation indépendante.

Comme exemple de lignes coopératives, nous citerons celle de la Wabash line, organisée entre Boston, Saint-Louis et Kansas-City, qui emprunte les réseaux de Boston et Albany; New-York Central et Hudson River; Canada Southern; Lake Shore et Michigan; Wabash, Saint-Louis et Pacific. Le matériel de 4600 wagons de l'association est affecté par parts égales à deux lignes de parcours différents, dites *Canada Southern line* et *Red line.*

Chaque compagnie de chemins de fer fournit à l'une et à l'autre ligne de parcours le nombre de wagons suivants :

Wabash, Saint-Louis Pacific...	750	à chacune des deux lignes.
New-York Central et Hudson R.	750	à chacune des deux lignes.
Lake Shore et Michigan.......	600	à l'une.
Canada Southern........... ..	600	à l'autre.
Boston et Albany.............	200	à chacune des deux lignes.

La moitié du trafic que dessert cette ligne passe donc par Toledo et Buffalo, l'autre, par le Canada.

Pour un transport effectué sur une de ces lignes, chaque compagnie perçoit successivement sur la compagnie dont le réseau est parcouru immédiatement après le sien une fraction du tarif total proportionnelle au parcours sur son propre réseau en y ajoutant les frais faits à l'origine, et la dernière compagnie se récupère sur le destinataire.

Il existe une sorte de *Clearing house* formé par la réunion mensuelle des agents des compagnies pour le règlement des comptes de l'Association. Les wagons expédiés pour être chargés en dehors de la ligne, donnent lieu à un compte spécial qu'on inscrit sur la facture à rembourser. Les lignes secondaires perçoivent le montant de leurs tarifs particuliers, déduction faite du double prix de location du wagon pour la distance parcourue sur leurs réseaux; s'il s'agit par exemple d'une distance de 10 kilomètres, il leur sera déduit $2 \times 10 \times 0{,}023$ ou 0 fr. 46.

Le prix de location de 0 fr. 023 par kilomètre et par wagon à huit roues n'est toutefois considéré comme rémunérateur que pour de grandes distances; il est jugé insuffisant pour les petites dis-

tances, où il y a proportionnellement plus de chômage, et il devrait, au dire des personnes les plus compétentes, être au moins doublé dans ce cas. Dans les États du Sud, où le trafic est généralement peu considérable, et les distances parcourues sur chaque ligne, assez faibles, la location des wagons n'était pas payée dans ces derniers temps moins de 0 fr. 045 par kilomètre parcouru.

Le passage des wagons d'une ligne sur une autre est subordonné d'ailleurs, comme en Europe, à un examen immédiat, confié à des inspecteurs spéciaux, et ayant pour objet de constater leur bon état d'entretien. Toute avarie n'excluant pas l'admission au passage est notée sur une pancarte attachée au wagon, et les réparations jugées nécessaires sont effectuées suivant des tarifs convenus.

En cas de perte d'un wagon, la compagnie qui en est propriétaire doit en être immédiatement informée, et la valeur du wagon lui est remboursée.

Péages sur les ponts. — Les grands ponts établis pour le raccordement de plusieurs lignes, comme ceux d'Omaha, de Saint-Louis, d'Albany, donnent lieu à diverses conventions entre les Compagnies.

Bien que le pont d'Omaha ait été déclaré par le Congrès faisant partie intégrante du réseau de l'Union Pacific R.R., celui-ci n'en percevait pas moins en 1878, indépendamment de ses tarifs ordinaires, pour le passage entre les stations de Council bluffs et d'Omaha, un droit de péage de 2 fr. 50 par voyageur et de 50 francs par wagon, soit 5 fr. 55 par tonne de marchandises, sans distinction entre les expéditions locales ou de transit. Ce tarif très élevé ne peut manquer évidemment d'être réduit à bref délai.

Sur le parcours du pont et du tunnel de Saint-Louis, les marchandises acquittaient également à la même époque un droit de 5 fr. 55 par tonne d'East Saint-Louis à Saint-Louis, et, dans l'autre sens, le même droit pour les trois premières classes de marchandises, et un droit de 4 fr. 40 pour la quatrième classe, ces tarifs comprenant les frais de livraison en ville.

Pour les chargements livrés sur rails à la gare centrale de Saint-Louis, les tarifs étaient de 20 et 25 fr. par chargement complet de wagon; le premier tarif s'appliquant aux grains en transit et aux bois, le deuxième aux autres marchandises[1].

1. Le chargement maximum des wagons est généralement fixé à 10 tonnes.

Le Pont d'Albany qui appartient pour les trois quarts à la compagnie du New-York Central et Hudson River R.R., et pour un quart à celle du Boston et Albany R.R., est simplement compté pour un parcours fictif de deux milles, soit 3220 mètres dans les tarifs des deux compagnies.

Pour conduire les marchandises de la station centrale de Boston à East-Boston, séparés par une distance de 7 milles ou 11 270 mètres, on compte un parcours supplémentaire fictif de 23 milles ou 37 kilomètres, pour tenir compte des dépenses exceptionnelles occasionnées par la construction de cette section et par le service des trains spéciaux qui font le service de la gare maritime.

Magasinage. — Quant aux frais de magasinage, et de transbordement dans les stations, que divers perfectionnements seraient susceptibles de réduire, ils sont essentiellement variables. Les compagnies admettent à la fois : 1° la livraison à couvert des marchandises par leurs employés, pratiquée pour les expéditions d'une certaine valeur et d'un faible volume; 2° la livraison sur les quais découverts appartenant à la compagnie, par pleins chargements, avec déchargement opéré soit par les consignataires, soit par les employés de la compagnie; 3° le déchargement par les uns et les autres sur des quais appartenant à des particuliers. Aucun de ces systèmes de livraison n'implique d'ailleurs l'organisation par les compagnies d'un service particulier pour le camionnage, qu'elles abandonnent complètement à l'industrie privée et auquel elles ne sont jamais astreintes. Dans tous les cas énumérés ci-dessus, tous les transports et remaniements se font toujours sur rails, à moins qu'ils n'impliquent un transbordement comme celui qui se fait du navire au wagon et réciproquement.

Pour les grains embarqués à New-York, les compagnies de chemins de fer comprennent généralement dans leurs tarifs les frais de mise à bord dans les allèges (*lighterage*).

La plupart des chargements de grains qui passent par Chicago y rompent charge et y séjournent un temps plus ou moins long dans les élévateurs; ils payaient pour cela en 1878 un droit de magasinage d'un cent. et quart par bushel, soit de 0 fr. 175 par hectolitre, y compris montage et livraison ultérieure, pour une durée de moins de 10 jours, et un demi-cent. par bushel ou 0 fr. 07 par hecto-

litre pour chaque série de 10 jours en plus. Les compagnies de chemins de fer, pour reprendre le grain et le charger en wagons, faisaient payer en outre jusqu'en 1878, un tarif supplémentaire de trois quarts de cent. soit 0 fr. 105 par hectolitre, qui a été aboli en avril 1878.

Les chargements de grains rendus ensuite aux ports de l'Est sont transbordés dans les navires par des élévateurs, soit flottants, soit fixes. A New-York, où les chargements venus sur rails doivent être transbordés au moyen d'allèges et d'élévateurs flottants, on payait en 1879 :

Pour le service de l'allège et pour transbordement, 1/2 cent par bushel ou 0 fr. 07 par hectolitre, et la même somme pour pesage, soit en totalité un cent par bushel ou 0 fr. 14 par hectolitre.

Le criblage du blé, qui était facultatif, coûtait 0 fr. 07 par hectolitre.

Ces droits ont été en dernier lieu compris dans les tarifs de transit des Compagnies.

Dans le fret par mer, on comprenait, pour réception, échantillonnage, et mise en cale, un supplément de 3/4 de cent. par bushel ou 0 fr. 105 par hectolitre.

A Boston et à Baltimore, où l'on se sert uniquement d'élévateurs fixes, on payait en 1878 :

DÉSIGNATION.	BOSTON. PAR HECTOLITRE.	BALTIMORE. PAR HECTOLITRE.
	fr.	fr.
Pour le service de l'élévateur avec droit de magasinage pendant 10 jours......	0,175	0,175
Pour 10 jours en plus.................	0,035	0,052
Pour mise en sacs.....................	0,14	0,14

Transports de bestiaux. — Nous avons déjà dit qu'il existe à Chicago pour les expéditions de bétail un immense parc dit Union Stock Yard, établi en commun par plusieurs compagnies en 1865, couvrant 120 hectares, et en relation avec toutes les les lignes importantes. Ce parc peut contenir 15 000 bœufs, 200 000 porcs, 10 000 moutons et 1000 chevaux. C'est un vaste marché où se font toutes les transactions, tant pour l'achat du bétail abattu et préparé à Chicago, que pour les expéditions du bétail sur l'Est. Des tarifs fixes y sont appliqués à la nourriture du bétail, foin ou maïs, et un droit de

manutention et de séjour est acquitté par tête de bétail et par jour : 0 fr. 40 par porc et mouton et 1 fr. 75 par tête de gros bétail.

Abaissement des tarifs. — On a pu déjà constater sur la plupart des grands réseaux une tendance marquée des tarifs à la diminution. La concurrence devenue très active entre les diverses lignes de chemins de fer par suite de leur énorme développement depuis dix ans, et celle qu'elles ont d'autre part à soutenir contre les lignes de navigation ne pouvaient manquer de produire ce résultat. L'abaissement des tarifs a eu d'ailleurs pour conséquence de forcer les compagnies à apporter à leur exploitation la plus stricte économie, et sous ce rapport elles ont réalisé des progrès considérables, ainsi qu'on peut en juger par les chiffres suivants relatifs aux principales lignes de l'Est.

NOMS DES LIGNES.	ANNÉES.	TARIF MOYEN PAR TONNE et par kilomètre en centimes.	DÉPENSE MOYENNE PAR TONNE et par kilomètre en centimes.	PRODUIT NET PAR TONNE et par kilomètre en centimes.
New-York Central et Hudson-River	1864	8,4	6,0	2,4
	1872	4,9	3,5	1,4
	1878	2,9	1,7	1,2
	1879	2,5	1,7	0,8
	1880	2,7	1,7	1,0
Erié (à présent : New-York, Lake Erié et Western)	1864	7,2	4,5	2,7
	1872	4,7	3,0	1,7
	1878	3,0	2,1	0,9
	1879	2,4	1,7	0,7
	1880	2,6	1,7	0,9
Lake Shore et Michigan	1864	10,2	6,5	3,7
	1872	4,1	2,9	1,2
	1878	2,2	1,5	0,7
	1879	2,0	1,2	0,8
	1880	2,3	1,3	1,0
Pennsylvania	1864	7,6	5,8	1,8
	1872	4,4	2,7	1,7
	1878	2,8	1,5	1,3
	1879	2,5	1,3	1,2
	1880	2,7	1,5	1,2
Boston et Albany	1865	7,6	—	—
	1873	6,0	5,0	1,0
	1878	3,5	3,1	0,4
	1879	3,4	2,4	1,0
	1880	3,7	3,1	0,6

Sur les diverses lignes de l'Ouest, où les éléments nous manquent pour suivre l'abaissement corrélatif des tarifs et des frais d'exploitation, la diminution des tarifs est également considérable : les tarifs moyens accusés ont été pendant ces dernières années les suivants :

NOMS DES LIGNES.	TARIFS MOYENS PAR TONNE ET PAR KILOMÈTRE EN CENTIMES.				
	1868.	1872.	1878.	1879.	1880.
Illinois Central....................	12,0	8,9	5,1	4,7	4,8
Chicago, Burlington, Quincy.......	9,3	6,7	3,8	3,2	—
Chicago, Rock Island, Pacific.......	—	7,1	4,8	4,4	3,8
Chicago et Northwestern...........	—	7,0	5,3	4,7	5,0
Louisville-Nashville................	9,7	7,8	5,3	4,8	4,6

Pendant la même période, les prix de transport sur rails, et sur lacs et canaux, de Chicago à New-York, pour l'hectolitre de blé ont présenté les variations suivantes :

PRIX EN FRANCS PAR HECTOLITRE TRANSPORTÉ.				
ANNÉES.	PAR EAU.	PAR EAU et sur rails.	SUR RAILS en moyenne pendant l'année.	SUR RAILS pendant la saison de la navigation.
1868..............	3,54	4,06	5,96	—
1872..............	3,72	3,92	4,69	4,58
1878..............	1,41	1,60	2,48	2,15
1879..............	1,82	1,86	2,42	2,21
1880..............	1,85	2,20	2,74	2,56

Le relèvement des tarifs, tant sur les voies navigables que sur les voies ferrées, en 1879 et 1880, a été déterminé par les exportations extraordinaires de céréales pendant ces deux années; les unes comme les autres ont profité de la hausse survenue sur le blé, coté en moyenne l'hectolitre à New-York, 15 fr. 00 de 1878 à 1879, et 17 fr. 60 de 1879 à 1880.

Pendant la guerre de tarifs de l'été de 1881, le blé a été transporté de Chicago à New-York sur rails au prix de 1 fr. 01 l'hectolitre et par eau au prix de 0 fr. 91. Les transports se faisaient à perte sur les chemins de fer, et les transports par eau ne laissaient aux mari-

niers presqu'aucun bénéfice. Dès que l'accord s'est rétabli entre les compagnies au commencement de 1882, le prix de transport pour le même parcours sur rails est remonté par hectolitre à 1 fr. 83, correspondant par tonne et par kilomètre à $1^c,5$ environ, il ne laissait à peu près aucun bénéfice aux compagnies, qui ont cru devoir s'y tenir provisoirement, pour décourager plus efficacement les tentatives de rabais secret.

On voit en définitive qu'avant la dernière guerre de tarifs, les tarifs avaient déjà baissé de moitié environ sur les chemins de fer et les canaux par suite de la concurrence de plus en plus active entre les deux systèmes de voies de communication.

Pendant en effet que les compagnies de chemins de fer perfectionnaient leur exploitation pour la rendre plus économique, la navigation sur les lacs et sur les canaux des États-Unis et du Canada accomplissait des progrès qui lui permettaient de réduire notablement ses tarifs.

Le remplacement progressif sur les lacs, des bateaux à voile de 600 tonneaux au plus par des steamers ayant un tonnage quadruple, et faisant deux fois plus de voyages dans le même temps, coïncidant avec une augmentation de capacité à peu près égale des bateaux naviguant sur le canal Érié et sur l'Hudson, portés de 55 à 240 tonnes et avec un abaissement des droits de navigation sur le canal Érié, a permis de réaliser sur le prix de revient des transports par eau une diminution correspondant à la baisse de moitié que nous venons de constater sur le fret de Chicago à New-York dans une période de dix ans. Un abaissement plus grand encore est à prévoir sur les frets de Chicago à Montréal, par suite de l'achèvement des canaux du Canada, dont le tirant d'eau va être porté de 3 mètres à $4^m,17$, et où les nouvelles dimensions des écluses permettront de faire ce trajet sans rompre charge avec des bateaux portant 1500 tonnes.

Sur le cours du Mississipi, l'amélioration déjà réalisée à l'embouchure de ce fleuve, accessible depuis 1878 jusqu'à la Nouvelle-Orléans à des navires calant $7^m,50$, et celles qu'on se propose de réaliser entre la Nouvelle-Orléans et Saint-Louis, ne peuvent manquer dans un avenir prochain d'avoir pour les transports par eau vers le golfe du Mexique des conséquences analogues.

Nous venons de constater que dans la période qui avait précédé l'entente établie entre les grandes compagnies (avant 1880), la

concurrence entre les chemins de fer avait abouti à un notable abaissement des tarifs. Aussi M. Fink, le principal promoteur des associations de tarifs, a-t-il pu dire avec raison, dans sa déposition devant le comité de commerce du sénat des États-Unis, que l'état de lutte, qui avait jusqu'à ces dernières années régné entre les compagnies, n'avait pas été sans produire un certain bien, et que, malgré les maux qu'elle avait amenés à sa suite, la concurrence avait contribué à fournir aux populations des États-Unis des facilités de transports plus grandes que dans tout autre pays, et à meilleur marché que partout ailleurs.

Le maintien de cet abaissement depuis l'organisation des grandes associations est une preuve convaincante que cette organisation n'est pas défavorable à l'économie générale des transports.

L'influence du régime de l'accord permanent substitué à celui de la guerre de tarifs, sans porter atteinte à la liberté de chaque compagnie sur les parties de leurs réseaux respectifs où elles n'ont pas à redouter la concurrence, a d'ailleurs eu pour effet de diminuer les écarts entre les tarifs de transit et les tarifs locaux. Lorsque les guerres de tarifs faisaient subir des pertes aux Compagnies sur les premiers, elles devaient naturellement chercher à se rattraper sur les seconds. Maintenant que par suite de leur accord sur les tarifs de transit, ceux-ci sont devenus plus rémunérateurs, elles n'ont plus les mêmes motifs d'exagérer les tarifs locaux.

Il existe bien certaines lignes où les différences sont encore assez élevées et dans l'enquête qui a eu lieu dans l'État de New-York sur les chemins de fer en 1879, on a encore relevé des écarts notables ; par exemple, d'Ogdensburg à New-York (634 kilomètres), on a constaté qu'on payait pour les mêmes classes, suivant qu'il s'agissait de produits venant du Canada (transit), ou ne franchissant pas la frontière américaine (tarif local), par tonne et par kilomètre :

	1re classe.	2e classe.	3e classe.	4e classe.
Trafic local......	0^f,113	0^f,096	0^f,079	0^f,061
Transit.........	0^f,079	0^f,061	0^f,052	0^f,044

c'est-à-dire moitié plus; mais en définitive, ces écarts ne dépassent pas ceux qui seraient admis en Europe dans les mêmes circonstances, et l'enquête a révélé ce fait que sur l'Érié et le New-York Central, il avait été opéré des réductions sur les tarifs locaux équivalentes en moyenne à 40 pour 100 des tarifs appliqués anté-

rieurement au delà de la frontière de l'État de New-York du côté de la Pennsylvanie.

Comparaison avec les tarifs français. — Si l'on compare maintenant les chiffres moyens des tarifs de transport pour les voyageurs et les marchandises sur l'ensemble des principales lignes américaines aux mêmes chiffres en Europe, on voit que pour les voyageurs le prix du transport par kilomètre est plus élevé sur toutes les lignes américaines que le prix moyen payé en France, qui ne dépasse guère 5 centimes avec l'impôt dont il est grevé aujourd'hui, tandis que, pour les marchandises, les tarifs américains descendent notablement au-dessous des tarifs français, dont la moyenne de 6 centimes environ par tonne et par kilomètre, correspondrait à une des lignes américaine dont les tarifs sont les plus élevés, l'Union Pacific; sur les grandes lignes américaines de l'Est, ils sont même inférieurs de moitié à ceux de la Belgique, les plus bas qu'il y ait en Europe, qui ne dépassent guère en moyenne 4,8 centimes par tonne et par kilomètre, inférieurs aussi aux plus bas tarifs figurant dans les cahiers des charges des compagnies françaises, fixés à 4 centimes par tonne et par kilomètre. On peut juger par là de l'importance des progrès réalisés par l'exploitation sur les lignes américaines, et des avantages qu'en ont retirés le commerce et la richesse publique dans un pays, où, en raison des grandes distances à franchir, la question des transports est une question de premier ordre.

Il est juste de dire que les chemins de fer des États de l'Est, ne soutiennent la concurrence contre les canaux qu'à la condition de couvrir à peine leurs frais. Le tarif de 1 fr. 68 appliqué à certains moments par hectolitre de Chicago à New-York, correspondant à 22 fr. 40 par tonne pour une distance parcourue de 1536 kilomètres sur le New-York Central et le Lake Shore et Michigan, fait ressortir les transports à 0 fr. 014 par tonne et par kilomètre, c'est-à-dire à un prix inférieur aux dépenses moyennes accusées sur les différentes lignes; il est donc tout probable qu'il y a certains moments où les compagnies transportent à perte. Ce fait se serait présenté à plusieurs reprises sur le New-York Central R.R. pendant la saison de la navigation, lorsque l'accord existait entre les compagnies pour les tarifs, à plus forte raison, bien entendu, lors des guerres de tarifs.

CHAPITRE XXVI

PRIX DE REVIENT DE L'EXPLOITATION

Généralités. — Nous avons vu précédemment qu'au moment où lignes de chemins de fer étaient livrées à l'exploitation, cette exploitation, était généralement organisée dans les conditions les plus simples, de manière à suffire strictement aux besoins des populations à desservir.

La plupart des lignes traversent ainsi à partir de leur ouverture une première phase, où il est extrêmement difficile d'apprécier les résultats financiers de leur exploitation, d'autant plus irrégulière qu'elle n'est assujettie le plus souvent à aucune prescription légale.

Beaucoup de ces exploitations improvisées vivent au jour le jour, bornant les travaux d'entretien, soit de la voie et des bâtiments, soit du matériel roulant, à l'indispensable pour que l'exploitation ne soit pas arrêtée, jusqu'au moment où l'accroissement de leurs recettes leur fournira les moyens d'y pourvoir régulièrement. Un grand nombre de petites lignes ne font ainsi que végéter, en attendant qu'une cession amiable ou une vente après faillite les fasse passer entre les mains de quelque grande compagnie qui les transforme plus ou moins complètement.

C'est donc seulement pour les réseaux d'une certaine importance, exploités déjà pendant un certain laps de temps et parvenus à un certain état d'équilibre, dans lequel des ressources régulières sont affectées à tous les services qui constituent l'exploitation, en même temps qu'il est tenu un compte exact de leur emploi, qu'il peut être question de faire une analyse des prix de revient. Cette analyse ne peut évidemment fournir que des chiffres moyens, la distinction des dépenses particulières aux diverses parties d'un même réseau

ne pouvant guère le plus souvent être faite ; elle suffira toutefois pour se rendre compte d'une manière générale des progrès accomplis au point de vue de l'économie des transports sur les lignes américaines, et pour les comparer à ce même point de vue aux lignes européennes

Si pour les lignes les plus importantes on prend les dépenses annuelles en bloc, rapportées pour l'année 1879 d'abord au kilomètre exploité, puis au train kilomètre, on constate tout d'abord, que les premières varient beaucoup, et les secondes, assez peu. La dépense par train kilomètre, en laissant de côté quelques lignes placées dans des conditions exceptionnelles, varie entre 2 et 3 francs pour l'ensemble des lignes des États-Unis, pendant que la dépense par kilomètre exploité oscille entre 9000 et 47 000 francs, et que le nombre des trains parcourant par an toute la ligne rapporté au parcours de la ligne entière varie lui-même entre 3259 et 16 086.

Cette faible variation de la dépenses par train kilomètre, ne peut évidemment s'expliquer que par ce fait, que les compagnies américaines s'attachent beaucoup plus qu'on ne le fait en Europe à proportionner l'organisation de l'exploitation à l'importance du trafic; elle ressort du tableau ci-contre, donnant pour 33 de ces lignes les dépenses par kilomètre exploité et par train kilomètre, avec le mouvement des trains de voyageurs et de marchandises rapporté à la ligne entière.

L'influence de la vitesse des trains sur les dépenses d'exploitation est accusée par le prix de revient, relativement élevé, du train-kilomètre sur les lignes à grand mouvement de voyageurs des United R.R. of New-Jersey, et de New-York, New-Haven et Hartford, qui relient entre elles les villes de Philadelphie, New-York et Boston.

Entre les lignes à grand mouvement de marchandises, comme celles de Pittsburg, Fort-Wayne et Chicago, et de Lake Shore et Michigan Southern, par exemple, toutes deux tracées avec de faibles déclivités, les écarts que l'on constate sont principalement dûs à la composition très différente des trains de marchandises, environ deux fois plus légers et plus nombreux sur la première que sur la seconde, qui emploie à ce service des machines beaucoup plus puissantes.

DÉPENSES PAR KILOMÈTRE EXPLOITÉ ET PAR TRAIN KILOMÈTRE
SUR LES PRINCIPAUX CHEMINS DE FER DES ÉTATS-UNIS EN 1878-1879.

NOMS DES LIGNES EXPLOITÉES.	LONGUEUR EXPLOITÉE.	NOMBRE DES TRAINS DE VOYAGEURS ET DE MARCHANDISES rapporté au parcours de la ligne entière.	DÉPENSE PAR KILOMÈTRE EXPLOITÉ.	DÉPENSE PAR TRAIN KILOMÈTRE.	OBSERVATIONS.
	kilom.		fr.	fr.	
Pittsburg, Fort-Wayne et Chicago...	734	17765	31319	1,76	
New-York Central et Hudson River..	1638	16086	46460	2,83	
Boston et Albany..................	518	14983	35879	2,39	
Pennsylvania Central..............	1759	14934	33359	2,22	
Pittsburg, Cincinnati et Saint-Louis.	324	14810	30913	2,09	
Lehigh-Valley.....................	487	14184	30417	2,14	
United R.R. of New-Jersey.........	685	13016	44979	3,46	Mouvement prédominant de voyageurs.
New-York, Lake Erié et Western...	1494	12566	37327	2,98	
Cleveland, Columbus, Indiana......	630	11679	21334	1,83	
Philadelphia-Reading..............	1436	11551	21260	1,84	Grand transport de charbon.
New-York, New Haven et Hartford..	325	11050	41131	3,77	Mouvement prédominant de voyageurs.
Atlantic et Great Western.........	824	10499	20804	1,98	
Philadelphia Erie.................	464	8751	22928	2,62	
Lake Shore et Michigan Southern...	1895	8275	22382	2,70	
Union Pacific.....................	1678	6709	16325	2,43	
Michigan Central..................	1294	6694	17348	2,58	
Missouri Pacific..................	619	6254	15729	2,52	
Chicago, Rock-Island, Pacific......	1811	6200	13420	2,16	
Grand Trunk Canadien..............	2237	6147	14973	2,43	
Central-Vermont...................	694	5409	12276	2,27	
Chesapeake et Ohio................	704	4712	10689	2,27	
Ohio-Mississipi...................	990	4656	12353	2,65	
Chicago-Alton.....................	1267	4590	12009	2,61	
Chicago, Burlington, Quincy........	2871	4575	13134	2,87	
Chicago et North-Western..........	3428	3950	11219	2,83	
Chicago, Milwaukee, Saint-Paul....	3213	3723	8460	2,27	
Richmond, Danville................	322	3687	9234	2,51	
Saint-Louis, Iron Mountain........	1102	3634	13550	3,73	
Illinois Central..................	2022	3574	7482	2,10	
Louisville-Nashville..............	1566	3259	10056	3,08	
Central Pacific...................	3125	3044	12027	3,29	
Texas Pacific.....................	715	2536	97557	3,90	
Atchison, Topeka..................	1605	2180	10741	4,92	

Une comparaison plus complète entre les prix de revient du train kilomètre sur un total de 114 compagnies embrassant 68 830 kilomètres de chemins de fer, qui formaient 58 pour 100 de leur ensemble, faite dans un rapport présenté au Congrès des États-Unis en décembre 1877, à l'occasion de la révision des prix de transport pour le service des postes, donnait pour le prix moyen en 1876 du train kilomètre, 2 fr. 99, pendant que le produit moyen était de 4 fr. 74. Le même rapport constatait que le prix du train kilomètre oscillait entre 4 fr. 43 (Atchison et Nebraska) et 2 fr. 01 (Pennsylvania Cy).

Les moyennes déduites pour l'ensemble des lignes de cinq des États les plus importants de l'Union en 1879 donnent également en général de très faibles différences pour le prix de revient du train kilomètre, lorsqu'on laisse de côté, ainsi que cela a été fait pour les chiffres ci-dessus, les intérêts du capital d'établissement, ainsi qu'on peut en juger par le tableau suivant :

NOMS DES ÉTATS.	NOMBRE de KILOMÈTRES EXPLOITÉS.	DÉPENSES par KILOMÈTRE EXPLOITÉ.	DÉPENSES par TRAIN-KILOMÈTRE.
	kilom.	fr.	fr.
Massachusetts.......	3616	20975	2,62
New-York...........	9598	20551	2,65
Pennsylvanie........	9350	28621	2,42
Ohio...............	10797	17323	2,32
Illinois.............	14238	10211	2,77

Pou hio et la Pennsylvanie, où se trouvent de nombreux gisements de houille, le bas prix du combustible peut suffire à expliquer la moindre dépense par train kilomètre.

Pour l'ensemble des chemins de fer français, le prix moyen de la dépense, pour les 20 000 kilomètres exploités en 1876, était de 22 000 francs par kilomètre exploité et de 2 fr. 92 par train kilomètre. Ce dernier chiffre s'écarte peu de celui que nous venons de donner pour 114 compagnies américaines la même année. D'autre part, la dépense moyenne par kilomètre exploité pour les cinq grands États cités plus haut est seulement un peu inférieure à la dépense constatée en 1876 pour l'ensemble des compagnies françaises.

Et cependant, si l'on entre dans le détail de la décomposition des prix, on constate pour les éléments semblables des différences bien marquées, ainsi que nous le verrons plus loin.

De 1865 à 1873, les dépenses d'exploitation sur l'ensemble des chemins de fer des États-Unis se sont progressivement accrues, l'exploitation devenant de plus en plus coûteuse par suite du renchérissement de la main-d'œuvre et des matières employées, dû en grande partie à la diminution de la valeur de l'argent; puis, sous l'aiguillon de la concurrence, de notables perfectionnements ont permis d'y réaliser de sérieuses économies. Actuellement l'exploitation recueille le bénéfice de ces perfectionnements, qui, sous forme de renouvellement de voies et de transformation du matériel roulant, avaient grevé de lourdes charges, depuis 1873 jusqu'à 1877, époque du plus fort de la crise, les finances des compagnies, les dépenses ayant ensuite progressivement décru pendant que les recettes s'accroissaient.

Si l'on prend par exemple les chemins de fer de l'État de New-York, la dépense moyenne d'exploitation par kilomètre, qui était en 1868 de 10 143 francs, s'est élevée en 1873 jusqu'à 26 754 francs, pour redescendre ensuite à 20 551 francs en 1879, tandis que la dépense par train kilomètre s'élevait de 2 fr. 17 à 3 fr. 41 en 1875, pour s'abaisser ensuite à 2 fr. 65.

Décomposition des dépenses. — On a cherché, sur un grand nombre de lignes américaines, à distinguer, pour les dépenses d'exploitation comme pour les recettes, le trafic voyageurs du trafic marchandises. La plus grande partie des dépenses étant commune aux deux services (sur beaucoup de lignes, les dépenses communes forment près des deux tiers des dépenses totales), leur répartition entre ces deux divisions du trafic repose sur des bases plus ou moins arbitraires. C'est ainsi que sur le New-York Central et Hudson River R.R., on porte au compte du trafic marchandises moitié des dépenses communes; sur le Lake Shore et Michigan Southern R.R., les deux tiers; sur le New-York, Lake Erié et Western R.R., les trois cinquièmes; sur le Louisville-Nashville R.R, une partie proportionnelle au parcours kilométrique des trains.

On ne peut donc attribuer une importance bien sérieuse aux chiffres distincts de dépenses que donnent les compagnies pour

le train kilomètre marchandises et pour le train kilomètre voyageurs sur leurs lignes. On peut dire seulement que l'écart entre ces deux chiffres dépend essentiellement de la charge et de la vitesse des trains, et de la nature du trafic pour les deux catégories de transports.

La décomposition des dépenses entre les divers services de l'exploitation, telle qu'elle est le plus souvent adoptée par les comptes rendus des compagnies, diffère de celle qui est adoptée par la plupart des compagnies européennes, où l'on distingue habituellement : 1° l'entretien et la surveillance de la voie; 2° la traction; 3° l'exploitation (mouvement et trafic); 4° les frais d'administration centrale et dépenses diverses.

Dans beaucoup de comptes rendus fournis par les compagnies américaines, il y a seulement trois chapitres : 1° celui de l'entretien (*maintenance*), embrassant à la fois la voie, les bâtiments et tout le matériel fixe et roulant; 2° le chapitre de l'exploitation, comprenant toutes les dépenses relatives, soit à la traction, soit au mouvement et au service commercial; 3° celui des frais généraux et des dépenses diverses.

Cette division des dépenses a pour objet de séparer, des dépenses qui n'ont pas de résultat utile au point de vue de la conservation du capital, celles qui, au contraire, peuvent en accroître la valeur ou en prolonger la durée. Le combustible et les diverses matières consommées par la traction, les salaires de tout le personnel employé à la traction et aux diverses branches de l'exploitation, doivent évidemment être rangés dans les premières, puisqu'il n'en reste rien : ce sont des dépenses de consommation. Les dépenses d'entretien s'incorporent, au contraire, en quelque sorte au capital, dont elles préviennent le dépérissement et réparent les pertes : ce sont les dépenses de conservation.

Les articles ouverts pour chacune de ces deux grandes divisions varient d'ailleurs beaucoup avec les compagnies.

Afin d'introduire plus d'uniformité dans la classification des dépenses, dont la décomposition varie, aussi bien d'un État à un autre dans les comptes rendus fournis par les compagnies à la législature de chaque État, que d'une compagnie à une autre, dans ceux que les compagnies fournissent à leurs actionnaires, les commissaires du contrôle des chemins de fer de plusieurs États, réunis à Sarotoga en juin 1879 en congrès (*con-*

vention), suivant l'habitude américaine, se sont arrêtés à la classification suivante :

1° *Entretien.*

1. Entretien et réparation de la plate-forme et de la voie.
2. » » des bâtiments.
3. » » des clôtures, passages à niveau et signaux fixes.
4. » » des ponts, aqueducs et cattle-guards.
5. Réparation des lignes et appareils télégraphiques.
6. Renouvellement des rails.
7. » des traverses.
8. Entretien et réparation des voitures à voyageurs.
9. » » des wagons de marchandises.
10. » » des machines.

2° *Exploitation.*

11. Service du Personnel.
12. Locomotives — Combustible.
13. Locomotives — Huile et déchets.
14. Locomotives — Alimentation d'eau.
15. Trains de voyageurs — Personnel.
16. Trains de voyageurs — Fournitures.
17. Trains de voyageurs — Location de matériel étranger (*mileage of passenger cars*).
18. Train de marchandises — Personnel.
19. Train de marchandises — Fournitures.
20. Train de marchandises — Location de matériel étranger (*mileage of freight cars*).
21. Service des stations — Personnel.
22. Service des stations — Fournitures.

3° *Frais généraux et dépenses diverses.*

23. Salaires de l'Administration centrale.
24. Fournitures de bureau et imprimés.
25. Frais de justice.
26. Assurances.
27. Agences extérieures et annonces.
28. Indemnités pour accidents aux voyageurs.
29. » » » aux bagages et marchandises.
30. » » » aux bestiaux et propriétés riveraines.
31. Impôts.
32. Dépenses diverses (*contingencies*).

Sous les nos 17 et 20 seraient portées les sommes que chaque compagnie a à payer pour l'usage de voitures et wagons appartenant à d'autres compagnies en excédent sur celles qu'elle perçoit pour l'usage des siens, quand ils circulent sur d'autres réseaux. Dans le cas inverse, les excédents seraient comptés comme recettes.

Certaines compagnies, au lieu de porter les excédents en compte,

trouvent plus rationnel de porter les dépenses intégrales de location et les recettes pour location de matériel aux chapitres respectifs des dépenses et des recettes.

Parmi les divers articles de dépense qui viennent d'être énumérées, il en est qui, pour une ligne donnée, sont indépendantes de la nature et de l'importance du trafic et que l'on rapporte ordinairement au kilomètre exploité, lorsqu'on veut comparer les lignes entre elles; telles sont les dépenses concernant l'assiette de la voie, les ponts, les clôtures, les bâtiments, le matériel télégraphique, une partie des dépenses concernant les stations et l'administration centrale.

D'autres dépenses peuvent être considérées comme variant à peu près proportionnellement avec le parcours kilométrique des trains: de ce nombre sont les dépenses de traction et d'exploitation proprement dite, et jusqu'à un certain point celles du renouvellement des rails et des traverses. Les dépenses relatives aux rails varient en réalité avec la charge et la vitesse des trains, ainsi qu'avec les profils des lignes et le matériel employé pour la traction; mais faute d'unité de mesure plus exacte, on peut les rapporter au train kilomètre.

Il y a enfin d'autres dépenses qui varient proportionnellement avec le nombre d'unités de trafic transportées, par exemple les dépenses faites dans les stations pour le chargement et le déchargement des marchandises, la composition et la décomposition des trains; ce sont, en général, les dépenses désignées sous le nom de *terminal charges*, dont l'importance croît pour une ligne donnée avec le développement du trafic local.

Nous analyserons successivement les divers articles de dépenses à ces différents points de vue.

Entretien de la voie, des bâtiments et du matériel fixe. — Si nous considérons d'abord les dépenses de la voie et du matériel fixe, souvent réunies dans un seul article dans les comptes rendus des Compagnies, nous constatons que c'est l'article pour lequel les dépenses varient le plus, tant d'une ligne à l'autre, que d'une année à l'autre et même d'une saison de l'année à l'autre pour la même ligne. Il va de soi que les dépenses pour cet article par kilomètre exploité soient plus élevées sur les lignes à grand trafic et à plusieurs voies des États de l'Est, généralement balastées et entretenues dans des conditions qui se rapprochent de celles des lignes européennes, que sur les lignes des États de l'Ouest où l'on est loin

d'apporter le même soin à l'entretien ; toutefois, il est un élément de dépense qui joue un rôle bien moins grand sur les lignes américaines que sur les lignes européennes, c'est la surveillance de la voie, qui, ainsi que nous l'avons vu précédemment, même sur les lignes les plus importantes, appliquant à cette surveillance le block system ou d'autres systèmes de signaux analogues, laisse plus ou moins de côté les passages à niveau et n'a jamais qu'un caractère exceptionnel.

Par contre, l'existence, sur beaucoup de lignes, d'ouvrages d'art et autres constructions en charpente tend à accroître l'importance des réparations annuelles, et, dans tous les États du Nord, la rigueur de l'hiver entraîne des dépenses assez considérables pour l'enlèvement de la neige et la réfection des voies souvent bouleversées par le dégel.

Enfin, le prix élevé de la main-d'œuvre, et, pour beaucoup de lignes nouvelles, l'imputation sur l'entretien des parachèvements ajournés par la construction, contribuent à accroître les dépenses d'entretien.

Dans le cours de ces dix dernières années, où la plupart des Compagnies ont dépensé des sommes considérables pour le renouvellement des voies en rails d'acier et des traverses, ce renouvellement, qui ne s'est pas fait régulièrement, et pour lequel il n'y a pas de ressources spéciales inscrites à leur budget, a constitué une forte partie de la dépense d'entretien de la voie proprement dite, ainsi qu'on peut en juger par les chiffres suivants empruntés aux comptes rendus de trois des Compagnies les plus importantes des États de l'Est :

ANNÉES.	NEW-YORK CENTRAL ET HUDSON RIVER.			LAKE SHORE ET MICHIGAN SOUTHERN.			BOSTON ET ALBANY		
	DÉPENSES			DÉPENSES			DÉPENSES		
	Réparation de la voie.	Remplacement de rails. Montant.	Remplacement de rails. Prop. °/°	Réparation de la voie.	Remplacement de rails. Montant.	Remplacement de rails. Prop. °/°	Réparation de la voie.	Remplacement de rails. Montant.	Remplacement de rails. Prop. °/°
	fr.	fr.		fr.	fr.		fr.	fr.	
1874	10,999,340	2,140,520	20	9,027,540	5,842,900	65	5,519,010	3,257,930	59
1875	7,905,500	3,782,540	47	7,339,620	5,277,810	72	4,505,420	862,870	19
1876	5,607,200	723,590	13	6,137,280	3,006,280	49	4,429,245	866,880	19
1877	5,742,620	1,168,900	20	6,410,640	3,387.240	53	3,683,700	746,690	20
1878	7,013,325	1,668,440	.24	5,206,920	2,366,470	45	3,334,270	4,636,100	133

Les chiffres inscrits dans ce tableau pour les dépenses de renouvellement de rails ne comprennent d'ailleurs que le coût des rails rendus sur place, déduction faite de la valeur des rails mis au rebut; ceux inscrits pour réparation de voie comprennent tous les frais relatifs à la pose des nouveaux rails.

Les dépenses de renouvellement des rails et d'entretien de la voie ont baissé progressivement sur la plupart des lignes, au fur et à mesure de l'avancement de l'opération du remplacement des rails en fer par des rails en acier, dont les premières années de la période de 1874 à 1879 ont supporté la majeure partie des frais, cette opération ayant eu d'ailleurs pour résultat une réduction subséquente dans les frais d'entretien.

Cette transformation est encore trop récente pour qu'on puisse en apprécier d'une manière précise l'influence sur les dépenses annuelles d'entretien de la voie, qui constitue, de l'avis des ingénieurs les plus compétents, l'article sur lequel il y avait le plus d'économies à réaliser.

Pour les voies à rails en fer, M. Fink constatait dans un mémoire présenté en 1874 à la société américaine des Ingénieurs civils, que les dépenses occasionnées pour les réparations de la partie métallique de la voie, rapportées au train kilomètre, étaient annuellement en moyenne :

Sur la ligne principale de la Compagnie du Louisville-Nashville R.R.	0f,248
Sur le Pennsylvania R.R.	0f,267
Sur 28 lignes du Massachusetts	0f,285
Sur le Lake Shore et Michigan Southern R.R.	0f,298
Sur le Mobile et Ohio R.R.	0f,279

M. Fink, partant de ce fait que le poids total d'un train de marchandises, y compris machine et tender, est de deux à deux fois et demie plus considérable que celui d'un train de voyageurs, et que ce rapport est sensiblement égal à l'inverse du rapport des vitesses, admettait dans le mémoire précité, qu'ils devaient produire sur les rails la même fatigue.

Nous avons vu déjà t. I, chapitre X, p. 387, que, sur la ligne de Louisville-Nashville, qui avait principalement servi de base aux évaluations de M. A. Fink, l'on comptait sur un renouvellement de 590 à 1087 kilogrammes de rails par 100 000 tonnes kilométriques de trafic pour les voies établies avec rails en fer.

L'expérience n'a pas encore suffisamment prononcé sur le degré d'économie obtenu par la substitution de l'acier au fer pour les rails; néanmoins l'abaissement, par train kilomètre, de la dépense annuelle pour renouvellement de rails, à 0 fr. 03 sur le Pennsylvania R.R.; à 0 fr. 06 sur le New-York Central et Hudson River R.R.; à 0 fr. 077 sur l'ensemble des lignes du Massachussetts, et à 0 fr. 062 sur le Lake Shore et Michigan Southern R.R., bien que ces chiffres ne comprennent pas la main-d'œuvre de renouvellement, montre que l'économie est considérable et qu'elle constitue à elle seule un énorme progrès.

En 1879, l'ensemble des dépenses par kilomètre exploité a varié pour l'entretien de 4000 à 7000 francs pour les grandes lignes de l'Est.

Dans l'intervalle de cinq ans, ces dépenses ont baissé de près de moitié, ainsi qu'on peut le voir par le tableau donné pages 404 à 408.

Aujourd'hui, l'entretien par kilomètre exploité se maintient pour l'ensemble des grandes lignes dans les mêmes limites de dépense que pour les grandes compagnies françaises.

A égalité de frais d'entretien, les grandes lignes américaines des États de l'Est donnent d'ailleurs, si on les compare aux chemins de fer français, un bien plus fort mouvement de trains, en sorte que les dépenses d'entretien rapportées au train-kilomètre sont moins élevées sur les premières que sur les secondes; la dépense par train kilomètre s'abaisse jusqu'à 0 fr. 36 sur le New-York Central et Hudson River R.R., où il passe par jour 3146 tonnes de trafic en moyenne dans chaque sens, et à 0 fr. 26 sur le Baltimore et Ohio R.R., tandis qu'elle ne descend pas au-dessous de 0 fr. 60 sur les grandes lignes françaises (ligne du Nord).

Les dépenses d'entretien de la voie et des bâtiments, notablement réduites par suite de la suppression partielle ou totale de la surveillance, ne constituent pas plus de 17 à 19 pour 100 de la dépense totale annuelle sur ces mêmes lignes; c'est beaucoup moins que sur les lignes françaises et allemandes, où la proportion varie de 23 à 30 pour 100, moins aussi que sur les lignes anglaises où elle atteint encore 20 pour 100.

Sur les lignes américaines des États de l'Ouest et du Sud, où l'entretien des voies rarement balastées, est beaucoup moins soigné, la dépense kilométrique d'entretien est notablement réduite, et oscille entre 1500 et 5000 francs; mais le trafic étant beaucoup

moindre, cette catégorie de dépenses rapportée au train kilomètre, est bien plus élevée que pour les lignes précédentes; elle se trouve presque doublée, et la proportion de cette dépense à l'ensemble des dépenses d'exploitation s'élève jusqu'à 25 pour 100 et même 30 pour 100 sur certaines lignes comme l'Union Pacific et le Central Pacific, qui ne sont pas encore parvenus à l'état complet d'entretien, et où l'on exécute encore chaque année des travaux plus ou moins importants pour arriver à ce résultat.

Entretien du matériel roulant et traction. — Nous avons dit précédemment que l'entretien du matériel roulant formait en général avec celui de la voie un des articles principaux des dépenses d'exploitation, et complétait ainsi le chapitre de l'entretien en général. L'entretien du matériel roulant comprend lui-même deux sous-articles, celui des wagons et des machines et tenders.

Malgré les grandes différences que présentent la composition et la marche des trains, ainsi que la nature du trafic sur les diverses lignes, la dépense d'entretien des wagons varie en général assez peu par train kilomètre sur l'ensemble des grandes lignes de l'Est, si l'on fait abstraction des dépenses extraordinaires auxquelles donnent lieu sur quelques-unes le renouvellement du matériel de transport sur une grande échelle, et la location d'un matériel supplémentaire sur d'autres.

Cette dépense varie en général entre 0 fr. 25 et 0 fr. 30 par train kilomètre. La faible variation de cette dépense d'entretien témoigne du soin qu'apportent les compagnies à obtenir la meilleure utilisation de leur matériel.

Sur les lignes de l'Ouest, où cette utilisation est moins complète et où l'état plus défectueux de la voie expose le matériel roulant a plus de chances de détérioration, la dépense d'entretien de ce matériel se relève, et elle atteint jusqu'à 0 fr. 40 par train-kilomètre.

On aura une idée de la manière dont se décomposent les frais d'entretien et de réparation des voitures par véhicule par le tableau suivant emprunté à la statistique tenue par la compagnie de Louisville-Nashville.

FRAIS D'ENTRETIEN ET DE RÉPARATION PAR KILOMÈTRE ET PAR VÉHICULE DU LOUISVILLE ET NASHVILLE R.R. (1878 ET 1879).

DÉSIGNATION.	VOITURES à VOYAGEURS.		WAGONS à BAGAGES.		WAGONS-POSTE.		WAGONS à MESSAGERIE.		WAGONS-LITS.		WAGONS à MARCHANDISES.	
	1878.	1879.	1878.	1879.	1878.	1879.	1878.	1879.	1878.	1879.	1878.	1879.
	cent.	cent.	cent.	cent.	cent.	cent.	cent.	cent.	cent.	cent.	cent.	cent.
Graissage et visite	0,838	0,751	0,773	0,593	0,561	0,405	1,244	0,894	1,356	1,021	0,305	0,286
Éclairage	0,173	0,170	0,098	0,101	0,235	0,136	0,044	0,041	0,286	0,240	0,028	0,031
Chauffage	0,116	0,117	0,036	0,039	0,031	0,035	—	—	0,102	0,189	0,005	0,004
Nettoyage	0,683	0,692	0,427	0,372	0,808	0,593	—	—	0,648	0,661	—	0,001
Attelages (chaînons et goujons perdus)	0,010	0,002	—	—	—	—	—	—	—	—	0,037	0,035
Divers	0,530[1]	0,515[1]	0,002	0,007	0,008	0,023	—	—	0,464	0,354	0,114	0,104
Total des frais d'entretien	2,350	2,247	1,336	1,112	1,643	1,192	1,288	0,935	2,856	2,465	0,489	0,461
Frais de réparation[2]	4,406	5,346	2,207	1,801	3,417	2,489	2,670	2,589	6,494	6,929	1,776	1,683
Total des frais d'entretien et de réparation par kilomètre de parcours en centimes	6,756	7,593	3,513	2,913	5,060	3,681	3,958	3,524	9,350	9,349	2,265	2,144
Parcours totaux des voitures et wagons en kilomètres en 1878	4 693 869		1 937 367		578 425		100 534		2 171 130		59 866 176	
Parcours totaux des voitures et wagons en kilomètres en 1879	4 728 557		1 915 858		607 662		117 371		1 774 343		59 662 130	

OBSERVATIONS.

1. La glace employée pour rafraîchir l'eau, tenue à la disposition des voyageurs, entre pour 0cent,320 dans ces dépenses diverses.

2. La statistique relative aux roues (coulées en fonte en coquille) donne les résultats suivants :

		1878.	1879.
Roues usées	Voitures à voyageurs	465	442
	Wagons à marchandises	3,372	3 252
Roues présentant des plats	Voitures à voyageurs	67	68
	Wagons à marchandises	439	673
Roues cassées	Voitures à voyageurs	11	22
	Wagons à marchandises	104	125
Nombre total de roues renouvelées		4,458	4,582

En raison des parcours totaux faits par les wagons, qui sont de :
69,347,301 kilom. en 1878, et
68,805,921 » en 1879,
chaque wagon ayant 8 roues, le renouvellement a été en 1878 d'une roue par 124,445 et en 1879 d'une roue par 120,132 kilom. de parcours de roue.

Les chiffres relevés plus haut pour l'entretien des voitures et wagons par train kilomètre sont sensiblement supérieurs à ceux qu'accusent les statistiques des chemins de fer, soit anglais, soit français. La construction différente du matériel américain, qui fait que chaque véhicule équivaut en capacité à peu près à deux véhicules du même genre sur les lignes européennes, et les plus grandes chances d'avaries auxquelles il est exposé, suffisent avec le prix plus élevé de la main-d'œuvre pour expliquer cette différence.

Là où s'ajoute à l'entretien un prix de location qui, ainsi que nous l'avons vu plus haut, est en général par jour de 0 fr. 023 par wagon n'appartenant pas à la compagnie, les frais occasionnés par le matériel sont plus élevés; c'est ce qui a lieu, par exemple, pour la compagnie du Lake Shore et Michigan Southern, l'Atlantic et Great Western, et le Boston Albany R.R., qui emploient un matériel étranger plus ou moins considérable.

D'autres compagnies, en particulier le Pennsylvania R.R., ont usé dans ces dernières années, pour se procurer le supplément de matériel de transport devenu nécessaire par suite de l'accroissement de leur trafic, d'une combinaison particulière. Elles ont eu recours à la constitution de caisses spéciales sous le nom de *Car trusts*, émettant pour cette construction des bons (*certificates*) portant un certain intérêt que les compagnies de chemins de fer payent en prélevant sur leurs recettes, pour l'usage de ces nouveaux wagons, un prix de location calculé de manière à assurer le payement de cet intérêt, et, au bout d'un petit nombre d'années, l'amortissement complet du capital dépensé pour les wagons, qui s'opère en rachetant chaque année un certain nombre de ces bons.

La compagnie du Pennsylvania R.R. a, par ce procédé, porté son matériel roulant, de 1875 à 1881, de 13697 à 19619 wagons à marchandises.

Service de la traction. — Les détails dans lesquels nous sommes déjà entrés au chapitre de la traction nous dispensent de traiter à nouveau la question des dépenses élémentaires concernant ce service.

En groupant ces dépenses réunies à celles d'entretien des wagons, nous avons formé le tableau suivant où elles sont données en francs par train kilomètre pour un certain nombre de lignes :

NOMS DES LIGNES.	ANNÉES.	DÉPENSES ÉVALUÉES EN FRANCS PAR TRAIN KILOMÈTRE.					TOTAL DES DÉPENSES du matériel roulant.	OBSERVATIONS.
		ENTRETIEN des wagons.	ENTRETIEN des machines.	SALAIRE du personnel des machines.	COMBUSTIBLE.	HUILES, DÉCHETS et dépenses diverses.		
New-York Central et Hudson River..	1879	0,308[1]	0,208	0,200	0,350	0,052	1,118	1. Ce prix comprend des locations de matériel. 2. Dans les dépenses d'entretien figure un renouvellement important de matériel. 3. Matériel de transport en grande partie loué.
New-York, Lake Erié et Western...	1879	0,248	0,258	0,279	0,302	0,020	1,107	
Pennsylvania (ligne principale).....	1879	0,260	0,224	0,182	0,145	0,033	0,844	
Atlantic et Great Western........	1879	0,161	0,225	0,162	0,164	0,020	0,732	
Baltimore et Ohio................	1879	0,368[2]	0,251	0,141	0,103	0,040	0,903	
Lake Shore et Michigan Southern...	1879	0,418[3]	0,175	0,200	0,277	0,032	1,102	
Boston et Albany................	1879	0,372[3]	0,155	0,206	0,304	0,031	1,068	
Chicago et North-Western..........	1876	0,237	0,241	0,258	0,350	0,036	1,122	
Chicago, Burlington et Quincy.....	1876	0,309	0,216	0,351	0,208	0,037	1,121	
Chicago, Rock-Island Pacific.......	1876	0,245	0,159	0,233	0,260	0,037	0,934	
Chicago, Milwaukee et Saint-Paul..	1876	0,279	0,249	0,379	0,270	—	1,177	
Louisville et Nashville...........	1879	0,394	0,188	0,178	0,243	0,103	1,106	
Union Pacific....................	1875	0,229	0,259	0,422	0,479	—	1,389	
Central Pacific..................	1879	0,364	0,189	0,242	0,560	0,123	1,478	
Philadelphia Reading.............	1879	0,244	0,127	—	0,216	0,034	—	
Lehigh Valley....................	1879	0,296	0,297	0,360	0,271	0,107	1,331	
Pittsburg, Fort-Wayne et Chicago..	1879	0,175	0,108	0,232	0,133	0,020	0,668	

Les faibles variations des dépenses d'entretien des machines et de personnel s'expliquent par l'uniformité des types et le payement des mécaniciens et chauffeurs d'après les distances parcourues. Quant à l'élément le plus variable, la dépense en combustible, il a subi dans ces dernières années une diminution notable.

Dans un mémoire que nous avons déjà eu occasion de citer, M. Fink accusait les chiffres suivant pour trois lignes importantes en 1872 :

Dépense de combustible en francs par train-kilomètre.

Pennsylvania R.R.	0,205
Lake Shore et Michigan Southern R.R.	0,458
Boston et Albany R.R.	0,644

Sur les mêmes lignes la dépense en combustible pour la même unité de transport était en 1879 :

Pennsylvania R.R.	0,145
Lake Shore et Michigan Southern R.R.	0,277
Boston et Albany R.R.	0,304

Sur ces lignes, la diminution des dépenses doit être attribuée en partie à la baisse qui a eu lieu sur le prix des charbons, depuis 1876, époque où ce combustible, accumulé en énormes quantités par la coalition des compagnies charbonnières de Pennsylvanie, a été vendu à vil prix. Ce combustible a subi alors une diminution de prix de 10 francs par tonne en moyenne pour les différentes qualités, du commencement à la fin de l'année 1876; à Philadelphie, il valait à la première de ces époques 25 francs par tonne en moyenne, et à la fin 15 francs.

Depuis cette époque, les prix des charbons ont encore baissé ; ils sont descendus en septembre 1877 jusqu'à 12 fr. 75 la tonne, et à la fin de 1881, ils ne s'étaient guère relevés au-dessus des prix de 1876.

Dans d'autres États, la baisse du prix du combustible a été amenée par la découverte de nouveaux gisements de houille. C'est ce qui a eu lieu par exemple dans l'Ohio, l'Illinois et sur l'Union Pacific, où les exploitations ouvertes dans les montagnes Rocheuses permettent dès à présent d'obtenir ce combustible à 20 francs la tonne.

Sur le Central Pacific R.R., qui ne jouit pas du même avantage, la houille revenant encore à 39 francs la tonne, l'emploi du bois

fourni en abondance par les forêts du Nevada a continué à se faire sur une grande échelle.

De l'inspection du tableau qui précède il résulte que la dépense totale de traction et d'entretien du matériel roulant, rapportée au train kilomètre, varie à peu près pour les différentes lignes américaines dans les mêmes limites que pour les lignes françaises, où en 1876 elle oscillait entre 0 fr. 77 (Orléans), et 1 fr. 16 (Est et Paris-Lyon-Méditerranée) ; supérieur à la moyenne constatée sur l'ensemble des lignes anglaises (0 fr. 75), il dépasse un peu en moyenne le chiffre donné par la statistique en 1878, pour l'ensemble des lignes de l'Union allemande, 0 fr. 84.

La traction forme en Amérique 40 pour 100 environ du prix du train kilomètre, tandis que sur les lignes allemandes où ce dernier prix est de 3 francs environ, il en est seulement les 28 pour 100 et en France les 33 pour 100, pour un prix total de 2 fr. 75.

Exploitation proprement dite. — Cet article se subdivise en deux autres, d'une importance très inégale, et qui sont influencés d'une manière différente par les circonstances du trafic, savoir : les dépenses du personnel des trains, qui sont sensiblement proportionnelles sur une ligne donnée au parcours kilométrique des trains, et les dépenses dans les stations, comprenant une partie fixe et une partie proportionnelle aux arrivages et expéditions, surtout pour ce qui est des marchandises.

Le personnel des trains, en dehors de celui des machines, dépend essentiellement de la nature du trafic, du nombre des voitures dans chaque train, du profil de la voie et de la part que prennent aux mouvements de gare les employés des trains de marchandises. Il est tantôt plus considérable, tantôt plus faible sur les trains de marchandises que sur les trains de voyageurs.

Sur le Pennsylvania R.R. par exemple, les longs trains de marchandises remorqués par les machines du type Consolidation entraînent la multiplication des gardes-freins, tant pour le serrage des freins à main que pour les manœuvres de gare, et font ressortir des dépenses en personnel plus fortes sur les premiers que sur les seconds.

Le tableau suivant met en évidence les différences que présentent les principales lignes au point de vue des dépenses de ce service :

DÉPENSES DU SERVICE DES TRAINS PAR TRAIN KILOMÈTRE.			
INDICATION DES LIGNES.	PAR TRAIN de voyageurs.	PAR TRAIN de marchandises.	POUR L'ENSEMBLE des trains.
	fr.	fr.	fr.
New-York Central et Hudson River..	0,150	0,146	0,148
New-York, Lake Erié et Western....	0,288	0,337	0,325
Lake Shore et Michigan............	0,110	0,190	0,195
Boston et Albany..................	0,229	0,229	0,229
Atlantic et Great Western..........	0,195	0,223	0,201
Pennsylvania Central..............	0,133 { 0,087 conducteurs / 0,046 garde-freins }	0,285 { 0,077 / 0,208 }	0,232
United R.R. of New-Jersey.........	0,175 { 0,104 conducteurs / 0,071 garde-freins }	0,310 { 0,087 / 0,223 }	0,238
Philadelphia Erie.................	0,125 { 0,082 conducteurs / 0,043 garde-freins }	0,263 { 0,102 / 0,161 }	0,235
Pittsburg, Fort-Wayne et Chicago...	—	—	0,186
Chicago et North-Western..........	—	—	0,160
Chicago, Milwaukee et Saint-Paul...	—	—	0,207
Louisville-Nashville..............	—	—	0,240
Chicago et Alton..................	—	—	0,134
Chicago, Burlington, Quincy......	—	—	0,277
Chicago, Rock-Island, Pacific......	—	—	0,154
Central Pacific...................	—	—	0,278

Les dépenses occasionnées par le service des trains ne varient, comme on le voit, qu'entre d'assez étroites limites.

Dépenses dans les stations (*terminal charges*). — Il en est tout autrement de l'élément correspondant au service dans les stations, soit qu'on le rapporte au kilomètre exploité, soit qu'on l'évalue au train kilomètre. C'est là surtout que se fait sentir l'influence de la nature du trafic, cet article comprenant, non seulement tout le personnel régulier des stations, chefs et sous-chefs de gare, employés de bureau, aiguilleurs, préposés aux signaux, au télégraphe, au service des bagages et des marchandises, avec toutes les fournitures consommées dans les stations, mais encore tout le personnel employé d'une manière plus ou moins intermittente aux opérations de chargement et de déchargement des marchandises.

Pour les lignes aboutissant au port de New-York, elles se compliquent de l'emploi d'allèges munies d'élévateurs qui servent à charger les navires dans une partie quelconque du port; les mêmes opérations se simplifient au contraire pour les lignes charbonnières

des États de l'Est, dont les wagons, une fois chargés, ont à parcourir de longues distances, et pour les lignes aboutissant à Chicago, où les élévateurs établis par des compagnies particulières dispensent les compagnies de chemins de fer de s'occuper du chargement des grains qui constituent une grande partie de leur trafic; elles n'ont pas davantage à s'occuper du déchargement, les wagons quittant leurs réseaux pour passer sur d'autres sans rompre charge.

L'activité du trafic local dans les États de l'Est, en multipliant les stations de voyageurs et de marchandises et en entraînant de grandes pertes de temps, tant pour le chargement et le déchargement que pour la réutilisation des wagons, contribue en outre à y accroître notablement les dépenses dans les stations.

Les dépenses du service des stations forment pour ces divers motifs une fraction des dépenses d'exploitation qui varie beaucoup avec les lignes, ainsi qu'on peut en juger par les chiffres suivants :

DÉPENSES DU SERVICE DANS LES STATIONS
(*Terminal charges*).

INDICATION DES LIGNES	ANNÉES	DÉPENSES par kilomètre exploité.	DÉPENSES par train kilomètre.	DÉPENSES en centièmes des dépenses annuelles.
		fr.	fr.	
New-York Central et Hudson River..	1879	11,169	0,713	24
New-York, Lake Érié et Western....	1879	10,887	0,685	23
Lake Shore et Michigan............	1879	4,467	0,475	21
Pennsylvania Central..............	1877	5,028	0,289	17
United R.R. of New-Jersey.........	1877	12,958	0,990	27
Philadelphia Érié.................	1877	2,663	0,341	12
Atlantic et Great Western.........	1879	1,623	0,155	15
Boston et Albany.......	1879	9,030	0,595	25
Pittsburg, Fort-Wayne et Chicago.	1877	1,779	0,384	19
Chicago et North-Western.........	1876	2,856	0,527	21
Philadelphia-Reading..............	1879	3,115	0,269	14
Louisville-Nashville..............	1878	1,378	0,427	13
Illinois Central...	1879	1,276	0,357	17

Sur la plupart des lignes américaines, les dépenses dans les stations forment en définitive un élément important des dépenses d'exploitation; c'est un des articles sur lequel il reste encore le plus de progrès à accomplir, par le perfectionnement des moyens de transbordement dont nous avons déjà eu précédemment lieu de constater l'état rudimentaire sur beaucoup de lignes (t. I, p. 429 à 476).

Sur les lignes où les dépenses dans les stations sont décomposées

entre les deux services des voyageurs et des marchandises, le tableau ci-après montre que les dépenses rapportées, soit à la tonne de marchandises manipulée, soit à la tonne kilométrique varient également beaucoup avec la nature du trafic :

DÉPENSES DU SERVICE DES MARCHANDISES DANS LES STATIONS (*Terminal charges*).

INDICATION DES LIGNES.	ANNÉES.	PAR TONNE transportée.	PAR TONNE kilométrique.
		fr.	cent.
New-York Central et Hudson River..	1879	2,02	0,50
New-York, Lake Érié et Western...	1879	1,47	0,43
Lake Shore et Michigan Southern...	1879	0,98	0,30
Pennsylvania Central	1877	0,64	0,26
United R.R. of New-Jersey.	1877	0,84	0,80
Philadelphia Érié	1877	0,27	0,13
Atlantic et Great Western..........	1879	0,36	0,17
Boston et Albany..................	1879	1,17	0,61
Richmond-Danville................	1876	0,91	0,74
North Carolina....................	1876	1,41	1,28
Louisville-Nashville... Ligne principale....	1879	0,75	0,62
Louisville-Nashville... Branche de Memphis.	1879	0,97	1,07

Dépenses d'administration générale et dépenses diverses. — Ces dépenses sont évidemment ce qu'il y a dans l'exploitation de plus élastique. En ce qui concerne les chemins de fer des États-Unis, on peut dire seulement, comme pour les chemins de fer des autres pays, qu'elles tendent à se réduire, à mesure que l'importance des réseaux et du trafic augmente.

Pour la plupart des lignes, elles oscillent en général entre 5 et 10 pour 100, sauf pour quelques grands réseaux comme le New-York Central et Hudson River R.R., le Baltimore et Ohio R.R. et le Pennsylvania R.R., où la grande étendue des réseaux favorise la réduction de ces frais.

Dans l'Ouest, ces frais, pour un grand nombre de lignes en voie d'extension, où le compte construction ne se sépare pas nettement du compte exploitation, atteignent parfois près de 20 pour 100.

Aux frais d'administration proprement dits viennent d'ailleurs s'ajouter les dépenses plus ou moins considérables pour dommages en cas d'accidents ou pour bétail tué sur la voie, pour impôts (ces

frais sont souvent compris dans les dépenses d'entretien de la voie et s'élèvent pour un assez grand nombre de lignes à un taux qui varie de 1 à 5 pour 100), pour péages et droits de quai dans les ports, entretien et exploitation des bacs à vapeur, frais de justice, agences commerciales étrangères et annonces. On y comprend aussi parfois, à tort, le prix de location des wagons venant des autres lignes.

Récapitulation des dépenses. — Il est assez difficile, eu égard à la diversité des systèmes de décomposition admis par les compagnies dans la tenue de leurs comptes, de présenter, même pour les plus importantes, un tableau d'ensemble où les mêmes dépenses se trouvent rangées sous les mêmes chapitres. Les dépenses relatives à l'entretien de la voie sont les seules qui forment toujours un article séparé ; la plupart des compagnies tiennent en outre un compte à part pour la réparation et la location des wagons ; pour les machines, les frais d'entretien sont parfois compris avec les wagons dans un même article embrassant tout le matériel roulant, parfois réunis aux dépenses de traction et englobés fréquemment dans ce cas avec les dépenses d'exploitation (*conducting transportation*).

Dans le tableau suivant, nous avons adopté le mode de décomposition le plus habituellement suivi, en l'appliquant aux dépenses de deux années séparées par un intervalle de trois à quatre ans, de manière à faire ressortir l'effet des transformations opérées en dernier lieu.

Ce tableau met en évidence l'importance des économies réalisées directement sur l'entretien de la voie par le renouvellement des voies en rails d'acier, et indirectement sur l'exploitation y compris la traction, tant par suite de ce renouvellement que des améliorations apportées au matériel de traction, et à diverses branches de services, où l'on a réduit pour beaucoup de lignes le nombre des employés.

La diminution des salaires a eu aussi sa part dans cette réduction des dépenses ; la hausse de ces mêmes salaires, maintenant que la prospérité est revenue, pourra avoir pour effet de les accroître de nouveau.

Il est tout à fait remarquable de voir que, malgré l'abaissement général des tarifs, qui, pour les marchandises, a été de près de moitié pour certaines lignes, ainsi que nous le verrons plus loin, le coefficient d'exploitation, c'est-à-dire le rapport des dépenses d'exploitation aux recettes brutes, a subi presque partout une diminution sensible.

DÉPENSES D'EXPLOITATION SUR LES

A. **Entretien de la voie et des bâtiments.** — B. **Entretien et location des wagons.**

NOMS DES RÉSEAUX et LONGUEURS EN 1879.	ANNÉES.	DÉPENSES PAR KILOM. EXPLOITÉ EN FRANCS.					DÉPENSES EN	
		A	B	C	D	TOTAL.	A	B
New-York Central et Hudson River (1639 kilomètres).	1875 1879	11,450 6,127	7,656 14,658	32,155 26,547	2,347 632	53,608 47,364	0,812 0,364	0,616 0,835
New-York, Lake Érié et Western (1494 kilomètres).	1875 1879	11,110 7,225	4,341 2,627	22,665 26,236	4,272 1,239	42,388 37,327	0,818 0,574	0,315 0,209
Pennsylvania. 1re division (1759 kilomètres).	1874 1879	10,129 5,600	4,452 4,049	28,953 22,692	1,474 1,018	45,008 33,359	0,585 0,367	0,266 0,260
Pennsylvania. 2e division (600 kilomètres).	1874 1879	12,817 9,200	3,921 3,791	41,670 37,958	789 507	59,197 51,449	0,936 0,622	0,312 0,242
Pennsylvania. 3e division (463 kilomètres).	1874 1879	8,380 6,542	2,333 2.424	15,633 13,962	— —	26,346 22,928	0,973 0,734	0,283 0,262
Baltimore et Ohio (2333 kilomètres).	1875 1879	8,672 4,150	4,663 6,540	19,273 14,615	961 1,369	33,569 25,674	0,512 0,259	0,251 0,368
Boston et Albany (518 kilomètres).	1875 1879	11,725 5,316	5,428 5,114	25,837 25,116	2,601 333	45,591 35,879	0,758 0,329	0,351 0,372
Lake Shore et Michigan (1895 (kilomètres).	1875 1879	4,562 4,768	3,441 3,477	14,506 12,196	1,945 1,941	24,454 22,382	0,631 0.543	0,472 0,418
Atlantic et Great Western avec ses embranchements (1183 kilomètres).	1875 1879	4,864 3,854	1,227 1,180	8,205 8,501	2,342 1,217	16,638 14,752	0,718 0,575	0,181 0,163
Grand Trunk du Canada (2237 kilomètres).	1875 1879	3,172 2,799	12,044 (B et C) 1,627	 9,439	1,218 1,108	16,434 14,973	0,544 0,460	2, 0,260
Pittsburg, Fort-Wayne et Chicago (754 kilomètres).	1876 1879	6,210 5,438	5,474 3,112	15,487 19,401	3,270 3,368	30,441 31,319	0,416 0,302	0,374 0,175

PRINCIPALES LIGNES DE CHEMINS DE FER

C. **Traction et mouvement.** — D. **Administration et dépenses diverses.**

PAR TRAIN KILOM. FRANCS. C	D	TOTAL.	DÉCOMPOSITION DES DÉPENSES EN CENTIÈMES. A	B	C	D	COEFFICIENT D'EXPLOITATION.	OBSERVATIONS.
2,465	0,207	4,110	21	14	60	5	62	L'article B comprend pour plus de moitié des dépenses de location de matériel.
1,577	0,045	2,830	12	29,50	56	2,5	59	
1,672	0,317	3,122	26	10	54	10	77	
2,084	0,113	2,980	19	7	70	4	70	
1,702	0,107	2,660	22	10	64	4	56	Grand trafic de transit.
1,450	0,143	2,220	17	12	65	6	54	
3,122	0,009	4,379	21	7	70	2	72	La 2ᵉ division a un trafic local, marchandises et voyageurs, très important.
2,526	0,074	3,464	18	7	73	2	68	
1,884	—	3,140	31	9	60	—	69	Transport de marchandises presque uniquement.
1,626	—	2,622	28	10	62	—	69	
1,139	0,057	1,959	26	14	58	2	63	A défaut de renseignements précis sur le parcours des trains, on a pris pour cette ligne le parcours donné pour les machines (*engine mileage*). Les dépenses par train-kilom. utile doivent donc être supérieures aux chiffres portés ci-contre.
0,907	0,086	1,620	16	23	58	3	52	
1,671	0,168	2,948	26	12	57	5	70	L'article B comprend d'importantes locations de matériel.
1,663	0,056	2,390	15	15	69	1	61	
2,000	0,219	3,322	19	14	60	7	69	L'article B comprend d'importantes locations de matériel.
1,461	0,278	2,700	21	15	54	10	55,6	
1,209	0,347	2,455	29	8	49	14	83	Transport de céréales et transit.
1,163	0,135	1,986	27	8	59	6	83	
147	0,209	2,900	19	73		8	79	Transport de céréales.
1,551	0,198	2,430	19	11	63	7	76	
0,559	1,835	2,084	20	18	50	12	58	Grand mouvement de transit.
1,088	0,195	1,760	18	10	61	11	56	Transport considérable de grains

DÉPENSES D'EXPLOITATION SUR LES

A. **Entretien de la voie et des bâtiments.** — B. **Entretien et location de wagons.**

NOMS DES RÉSEAUX et LONGUEURS EN 1879.	ANNÉES.	DÉPENSES PAR KILOM. EXPLOITÉ. EN FRANCS.					DÉPENSES EN	
		A	B	C	D	TOTAL.	A	B
Chicago et North Western (3428 kilomètres).	1876	3,126	2,615	7,181	2,411	15,333	0,670	0,265
Chicago et Alton (1267 kilomètres).	1876 1879	2,820 3,199	1,022 1,061	5,726 7,186	623 563	10.191 12,009	0,614 0,693	0.223 0,231
Chicago, Burlington et Quincy (2871 kilomètres).	1876 1879	4,314 2,921	1,395 2,208	6,806 6,818	2,364 1,187	14,879 13,134	0,953 0,633	0,309 0,336
Chicago, Rock-Island et Pacific (1811 kilomètres).	1876 1879	4,437 4,277	1,585 1,117	8,366 7,716	687 310	15,095 13,420	0,688 0,698	0,245 0,180
Chicago, Milwaukee, St-Paul (3213 kilomètres).	1876 1879	2,905 1,621	895 739	2,575 5,532	1,637 568	8,012 8,460	0,962 0,456	0,277 0,210
Illinois Central (2022 kilomètres).	1876 1879	3,322 1,746	1,843 1,213	4,346 3,648	1,278 875	10,789 7,482	0,867 0,487	0,481 0,340
Louisville-Nashville (1566 kilomètres).	1876 1879	2,789 2,730	1,045 1,457	4,661 5,140	1,061 729	9,556 10,056	0,909 0,743	0,341 0,394
Union Pacific (1678 kilomètres).	1875 1879	5,299 4,952	1,027 1,248	7,514 8,212	1,279 1,898	15,119 16,310	1,173 0,737	0,229 0,185
Central Pacific (3125 kilomètres).	1876 1879	5,690 2,890	2,920 1,184	9,113 5,699	4,655 2,254	22,378 12,027	1,398 0,886	0,717 0,364
Philadelphia-Reading (1436 kilomètres).	1875 1879	4,629 3,717	3,339 2,820	12,785 11,081	2,770 3,542	23,523 21,260	0,497 0,322	0,359 0,244
Lehigh Valley (487 kilomètres).	1875 1879	8,728 8,262	4,752 4,205	19,833 17,108	467 842	33,780 30,417	0,932 0,582	0,507 0,296
Delaware-Lackawanna et Western (1078 kilomètres).	1875 1879	6,943 4,911	5,041 3,913	7,937 15,128	785 3,339	20,706 27,341	0,452 0,248	0,328 0,198

PRINCIPALES LIGNES DE CHEMINS DE FER

C. **Traction et mouvement.** — D. **Administration et dépenses diverses.**

PAR TRAIN KILOM. FRANCS.			DÉCOMPOSITION DES DÉPENSES EN CENTIÈMES.				COEFFICIENT D'EXPLOITATION	OBSERVATIONS.
C	D	TOTAL.	A	B	C	D		
1,544	0,351	2,380	20	17	47	6	59 *	Transport considérable de grains.
1,248	0,134	2,219	28	10	57	5	54	Transport considérable de grains et transit.
1,565	0,121	2,610	26	8	60	6	53	
1,510	0,521	3,293	29	9,5	46	5,5	54	Transport considérable de grains et transit.
1,620	0,280	2,870	22	11	56	11	51	
1,295	0,106	2,334	29	11	55	5	47	Transport considérable de grains et transit.
1,277	0,050	2,160	32	8	57	3	53	
1,196	0,045	2,480	36	11	32	21	61	Transport de grains.
1,691	0,043	2,400	19	9	65	7	55	
1,134	0,333	2,815	32	18	42	8	54	Trafic principalement local.
1,027	0,244	2,098	23	15	48	14	42	
1,525	0,556	3,330	28	11	47	14	60	Trafic principalement local.
1,483	0,260	3,080	27	14	48	8	58,5	
1,723	0,291	3,416	35	7	50	8	41	
1,230	0,288	2,440	30	8	50	12	41	
2,242	1,143	5,500	25	13	41	21	46	* Les prix de 12,027 et 3,292 ne tiennent pas compte de la dépense du service des bacs entre Oakland et San Francisco.
1,744	0,298	*3,292	23	10	47	10	43	
1,528	0,141	2,525	15	14	54	17	50	Ligne à anthracite.
0,958	0,317	1,840	17	13	52	18	47	
2,108	0,029	3,576	25	14	57	4	55	Ligne à anthracite.
1,203	0,059	2,140	27	14	57	2	50	
1,944	0,051	1,775	34	25	39	2	35	Ligne à anthracite.
0,766	0,172	1,384	18	14	55	13	34	

Prix de revient des transports. — Il nous reste à apprécier, en nous plaçant uniquement au point de vue de l'économie des transports, les résultats obtenus sur les chemins de fer d'Amérique.

L'analyse des dépenses d'exploitation à ce point de vue a été faite en 1874 pour le transport des marchandises sur un certain nombre de lignes par M. O. Chanute, dans un mémoire présenté à la Société américaine des Ingénieurs civils.

Le but de cette analyse était principalement de démontrer, à un moment où l'opinion publique, sous l'impression de la crise qui sévissait alors, réclamait sur les divers points du territoire l'établissement de tarifs uniformes, l'impossibilité de concilier cette uniformité avec les différences considérables que présentent les prix de revient d'une ligne à une autre, sous l'influence des circonstances qui en affectent les divers éléments.

M. Chanute a choisi pour cette analyse sept lignes de l'État de New-York, pour lesquelles il range les dépenses sous les articles suivants :

1° Entretien de la plate-forme de la voie et des bâtiments ;

2° Réparation de la voie proprement dite ;

3° Service des stations ;

4° Service des trains ;

5° Service des voitures ;

6° Frais généraux ;

7° Assurances.

Le tableau ci-contre donne les résultats de son analyse pour six des lignes considérées, en laissant de côté une ligne, celle de New-York et Harlem, maintenant fusionnée avec le New-York Central et Hudson River R.R., et en réunissant les deux derniers articles de dépense.

Ce tableau a été complété par la mise des résultats de l'année 1872 en regard de ceux de l'année 1878, ce qui permet de juger des changements accomplis dans l'intervalle.

DÉCOMPOSITION DU PRIX DES TRANSPORTS DE MARCHANDISES SUR LES LIGNES DE L'ÉTAT DE NEW-YORK EN 1872 ET 1878.

	NEW-YORK CENTRAL ET HUDSON RIVER.				ÉRIÉ.				LAKE SHORE ET MICHIGAN.				ROME, WATERTOWN ET OGDENSBURG.				RENSSLAER ET SARATOGA.				SYRACUSE ET BINGHAMPTON.			
	1872.		1878.		1872.		1878.		1872.		1878.		1872.		1878.		1872.		1878.		1872.		1878.	
Nombre de tonnes transportées.....	4.395,965		7,693,413		5,564,274		8,212,641		4,223,434		5.917,481		336,440		370,935		556,931		589,413		533,355		740,857	
Nombre de tonnes-kilomètres	1,636,818,800		3,288,835,550		1,530,639		2,526,412		1.427.833,000		2,065,650		46,146,110		40,196,110		47,416,110		49,652,400		60,598,790		91,602,56[illegible]	
Distances moyennes de transport en kilomètres	577		427		275		308		340		330		137		108		85		84		122		122	
DÉPENSES.	Par tonne.	Par tonne kilom.	Par tonne.	Par tonne kilom.	Par tonne.	Par tonne kilom.	Par tonne.	Par tonne kilom.	Par tonne.	Par tonne kilom.	Par tonne.	Par tonne kilom.	Par tonne.	Par tonne kilom.	Par tonne.	Par tonne kilom.	Par tonne.	Par tonne kilom.	Par tonne.	Par tonne kilom.	Par tonne.	Par tonne kilom.	Par tonne.	Par tonne kilom.
	fr.	cent.	fr.	cent.	fr.	cent.	fr.	cent	fr.	cent.	fr.	cent.	fr.	cent.	fr.	cent.	fr.	cent.	fr.	cent.	fr.	cent.	fr.	cent.
1° Entretien de la plate-forme et des bâtiments.......	1,239	0,329	1,142	0,266	0,848	0,308	0,867	0,281	1,185	0,318	1,093	0,313	1,361	0,994	2,549	2,360	0,885	1,041	1,242	1,479	0,609	0,540	0,642	0,526
2° Réparation de la voie............	2,687	0,712	0,144	0,034	1,636	0,595	0,174	0,057	2,139	0,629	0,267	0,076	1,921	1,402	0,525	0,300	1,680	1,976	0,145	0,172	0,670	0,593	0,007	0,006
3° Service des stations............	1,581	0;420	1,489	0,349	1,594	0,580	1,526	0,430	1,660	0,490	1,056	0,302	1,218	0,890	1,073	0,993	0,847	0,997	0,974	1,160	0,218	0,193	0,184	0,151
4° Service des trains	4,611	1,225	2,422	0,567	3,018	1,097	2,174	0,706	3,179	0,935	1,573	0,450	2,564	1,871	2,750	2,546	1,945	2,286	1,979	2,356	0,712	0,630	0,499	0,409
5° Service des voitures...........	1,584	0,420	1,902	0,446	1,233	0,449	0,591	0,192	1,365	0,400	0,863	0,247	1,213	0,885	0,572	0,530	0,417	0,490	0,584	0,695	0,206	0,182	0,428	0,331
6° Frais généraux et assurances......	0,414	0,110	0 886	0,208	0,528	0,192	0,231	0,404	0,416	0,122	0,355	0,101	0,538	0,392	0,040	0,040	0,321	0,378	0,314	0,373	0,068	0,060	0,148	0,121
	12,116	3,214	7,985	1,870	3,857	3,221	5,363	2,070	9,912	2,924	5,210	1,489	9,815	6,434	7,309	6,769	6,093	7,168	5,238	6,235	2,483	2,198	1,908	1,564

Des six lignes comprises dans ce tableau, trois sont des lignes à grand trafic, tant local que de transit; les deux avant-dernières ont surtout un trafic local important, où les objets manufacturés jouent un grand rôle. La dernière, celle de Syracuse à Binghampton, est surtout une ligne de transit pour les charbons venant de la Pennsylvanie à destination du Nord de l'État de New-York; ces charbons n'ont à supporter sur la ligne aucun transbordement, ce qui n'est pas le cas pour le plus grand nombre des produits transportés sur les autres lignes.

Il en résulte que les dépenses dans les stations, rapportées à la tonne manipulée, très élevées pour les deux premières lignes, qui ont à New-York à opérer la mise à bord des navires des marchandises, sont au contraire très réduits pour la deuxième ligne, qui a très peu d'opérations de chargement et de déchargement à opérer.

Pour le faible tonnage donnant lieu à transbordement, M. Chanute estimait à 1 franc ou 1 fr. 25 la tonne les frais de cette opération.

En passant du New-York Central et Hudson River R.R. à la ligne du Syracuse et Binghampton, on voit que la dépense par tonne dans les stations descend de 1 fr. 58 à 0 fr. 22 en 1872. De 1872 à 1878, les dépenses du même chef ont généralement baissé parallèlement sur toutes les lignes, sauf sur la ligne de Rennsslaer et Saratoga, où elles ont faiblement augmenté.

En ce qui concerne les dépenses de la voie, on voit, comme on devait s'y attendre, que, rapportées à la tonne kilométrique, elles décroissent, quand l'importance du trafic augmente, et que l'influence, sur la réduction des dépenses d'exploitation, de la transformation de la voie réalisée depuis 1872, augmente avec cette importance.

Dans le service des trains, la masse plus considérable des marchandises à transporter à de grandes distances sur les trois premières lignes permettant d'y organiser des trains plus complètement chargés, amène une réduction de la dépense par tonne et par kilomètre par rapport aux deux suivantes; la ligne de Syracuse à à Binghampton peut seule lutter avantageusement avec les trois premières, par suite de la nature particulière de son trafic, comportant une organisation semblable. Cette ligne et celle du Lake Shore et Michigan Southern sont celles pour lesquelles les dépenses d'entretien de matériel roulant sont les moindres, leurs

trains de marchandises ne comportant la plupart qu'un très faible chômage à l'extrémité de leurs parcours, et pouvant être pour ce motif beaucoup mieux utilisés.

Le tableau ci-après donne un aperçu plus général des prix de revient sur l'ensemble des lignes les plus importantes de l'Union, rapprochés des prix perçus pour chaque unité de transport.

TABLEAU DES RECETTES ET PRODUITS KILOMÉTRIQUES
PAR VOYAGEUR ET PAR TONNE DE MARCHANDISES SUR LES PRINCIPALES LIGNES DES ÉTATS-UNIS EN 1878.

INDICATION DES LIGNES.	VOYAGEURS. PAR VOYAGEUR.			MARCHANDISES. PAR TONNE.		
	Produit brut.	Dépense.	Produit net.	Produit brut.	Dépense.	Produit net.
	cent.	cent.	cent.	cent.	cent.	cent.
New-York Central et Hudson River	6,35	3,93	2,42	2,89	1,87	1,02
New-Lake Érié et Western	6,79	5,24	1,55	3,02	2,07	0,95
Boston et Albany	6,94	4,62	2,32	3,47	2,32	1,15
Réseau Pennsylvanien — Ligne principale	7.32	5,54	1,78	2,84	1,50	1,34
Réseau Pennsylvanien — Philadelphia-Érié	9,39	9,45	0,06 perte	1,95	1,38	0,57
Réseau Pennsylvanien — United of New Jersey	6,82	4,71	2,01	4,45	3,25	1,20
Ensemble du réseau	7,19	5,36	1,83	3,13	1,90	1,23
Pittsburg, Fort-Wayne et Chicago	7,04	3,72	3,32	2,92	1,44	1,28
Pittsburg, Cincinnati, Saint-Louis	7,56	5,83	1,73	2,44	1,55	0,89
Col. Chicago et Indiana Central	7,72	7,56	0,16	2,41	2,26	0,15
Northern Central	8,43	8,15	0,28	3,13	2,17	0,96
Vandalia line	7,72	8,43	0,71 perte	3,38	2,85	0,53
Atlantic et Great Western	6,94	4,28	1,66	2,59	2,23	0,36
Cleveland, Col., Cinc. et Indianopolis	8,68	4,37	4,31	2,33	2,01	0,32
Wabash	8,46	7,38	1,08	2,14	1,50	0,64
Lake Shore et Michigan Southern	7,10	3,63	3,47	2,27	1,49	0,78
Michigan Central	7,47	4,68	2,79	2,63	1,66	0,97
Illinois Central	9,79	4,21	5,58	5,08	2,20	1,88
Chicago et Alton	8,77	4,71	4,06	4,03	2,17	1,86
Chicago, Milwaukee, Saint-Paul	9,58	5,43	4,15	5,58	3,19	2.39
Union Pacific	10,26	4,34	5,92	6,07	2,48	3,59
Louisville-Nashville	10,44	6,67	3,77	5,30	2,94	2,36

Le tableau ci-dessus permet de constater un prix de revient extrêmement faible pour les transports de marchandises sur les lignes à la fois à très faibles déclivités et à grand trafic de transit de Philadelphia-Érié; Pittsburg, Fort-Wayne et Chicago; Wabash; Lake Shore et Michigan. Sur cette dernière ligne, le prix de revient

en 1879 est même descendu jusqu'à 1c,23 par tonne et par kilomètre.

Sur les lignes à fort trafic et à déclivités plus ou moins fortes qui traversent les Alleghanies, les prix moyens de transport sont sensiblement plus élevés ; le Pennsylvania Central seul fait exception : grâce au bas prix du combustible et à la bonne organisation du service, le prix de revient du transport de la tonne par kilomètre s'y abaisse au même niveau que sur les lignes de la précédente catégorie. Il n'a pas dépassé 1c,32 par tonne et par kilomètre en 1879.

Sur les lignes situées plus à l'Ouest, ce prix de revient est notablement plus fort : ce qui s'explique par le trafic beaucoup moindre.

On constate en même temps que sur les différents groupes de lignes concurrentes les prix tendent à se niveler.

En comparant d'autre part les prix de revient pour marchandises et pour voyageurs, on voit que ceux-ci sont généralement élevés et sont loin de décroître de la même manière que les premiers. L'influence de la vitesse sur certaines lignes comme les grandes lignes de l'Est, celle de l'insuffisance du nombre des voyageurs sur certaines lignes de l'Ouest, s'accusent plus ou moins nettement. Certaines compagnies de cette dernière région admettent, ainsi que nous l'avons dit plus haut, que le train kilomètre, qu'il s'agisse de trains de voyageurs ou de marchandises, revient sensiblement au même prix, la vitesse plus grande des premiers compensant au point de vue de la dépense de traction leur légèreté relative ; mais, comme le trafic-voyageurs en Amérique reste stationnaire, tandis que le trafic-marchandises croît en général rapidement, et qu'il est beaucoup plus difficile de proportionner l'importance et le nombre des trains à l'activité du trafic pour les voyageurs que pour les marchandises, le prix de revient du transport kilométrique tend beaucoup moins à s'abaisser, et il est sujet à des écarts bien plus grands pour les uns que pour les autres, ainsi que le montre le tableau précité. Certaines lignes à grand trafic de marchandises et à faible trafic de voyageurs, comme le Philadelphia et Érié, accusent même des pertes pour ce dernier transport.

Il résulte enfin de ce tableau que le rapport, soit des prix de revient, soit des produits pour ces deux unités de transport dépasse

en général 2, c'est-à-dire qu'un voyageur coûte à transporter au moins deux fois plus qu'une tonne de marchandises, et rapporte au moins deux fois plus. Il en est tout autrement sur les chemins de fer européens, et notamment sur les chemins de fer français, ou les deux unités s'équivalent sensiblement au point de vue des dépenses, et rapportent de cinq à six centimes de produit brut. L'application des tarifs français au transport des voyageurs en Amérique ne laisserait guère aux compagnies américaines que des pertes, tandis que l'application des tarifs américains au transport des marchandises serait ruineux pour les compagnies françaises, eu égard à l'élévation du prix de revient qu'elles accusent par tonne transportée : 2 centimes et demi sur l'ancien réseau des grandes lignes, et 4 centimes sur le nouveau (1878).

Les conditions économiques de ces deux catégories de transports sont donc essentiellement différentes dans les deux contrées.

Somme toute, on peut dire que les progrès rapides réalisés par l'exploitation dans ces dernières années placent, au point de vue de l'économie des transports, les grandes lignes américaines au moins sur un aussi bon pied que les meilleures lignes européennes, et ces progrès ne paraissent pas près de s'arrêter, tandis qu'il ne semble pas en être de même en Europe, où, dans quelques pays notamment en Allemagne, on a dû relever récemment les tarifs.

HUITIÈME PARTIE

RÉGIME FINANCIER ET LÉGAL

CHAPITRE XXVII

ORGANISATION FINANCIÈRE DES COMPAGNIES

L'énorme extension prise dans un court espace de temps par les chemins de fer en Amérique, les conditions dans lesquelles ils ont été entrepris, et le chiffre élevé de la dépense totale qu'ils représentent (25 milliards et demi de francs environ) donnent un intérêt particulier aux combinaisons financières dont ils ont été l'objet, ainsi qu'aux résultats financiers de leur exploitation.

Si l'on se reporte tout d'abord à l'époque de l'établissement des premières lignes, où la population, principalement concentrée sur le littoral de l'Atlantique, ne dépassait pas 12 millions d'habitants, et où la richesse publique, qui puisait alors ses principaux éléments dans les profits du commerce maritime et la culture du tabac et du coton, était encore peu développée, il est certain que cet établissement était loin de rencontrer, au point de vue financier, des conditions aussi favorables qu'en Angleterre, où les capitaux accumulés par la production industrielle s'offraient en abondance aux entreprises nouvelles, et même qu'en France, où l'accumulation avait été plus lente, et où le gouvernement a dû venir libéralement en aide aux compagnies de chemins de fer. Aussi, bien que l'esprit entreprenant, particulier à la nation américaine, et une large pratique de l'association qui lui est commune avec l'Angleterre, aient puissamment contribué partout à donner l'élan aux entreprises de chemin de fer, la plupart des États de l'Union n'ont pu

se dispenser de prêter leur concours financier à leurs premiers essais. L'opinion publique y était d'autant mieux disposée, que l'intervention des pouvoirs publics dans les entreprises de travaux d'utilité générale n'était pas un fait nouveau, et que certaines lignes présentaient pour les États un intérêt de premier ordre.

Système des subventions. — A la fois dans presque tous les États du Sud, dont les hommes politiques, qui ont tenu longtemps le premier rang au Congrès, ont compris immédiatement la grande importance de ce nouveau système de voies de communication, et dans les États du Nord, où il s'agissait, pour les grands ports du littoral de l'Atlantique, d'aller chercher au delà des Alleghanies un aliment à leur commerce, on trouve de nombreux exemples de lignes entreprises ou subventionnées par les États, et il n'y a que quelques États, comme ceux du Maine, de Vermont, de New-Jersey et de Rhode-Island, trop pauvres ou placés trop en dehors des grands courants commerciaux pour avoir un intérêt sérieux à l'exécution de quelque grande ligne, qui se soient complètement abstenus d'un pareil concours, souvent offert de la manière la plus libérale par les villes et par les comtés aussi bien que par les États.

L'exécution de travaux de chemins de fer par les États eux-mêmes a été le cas le plus rare. Nous avons eu occasion d'en citer précédemment quelques exemples — en Pensylvanie, la construction des lignes primitives de Philadelphie à Columbia et d'Alleghany-Portage — dans l'État du Massachusetts, une partie de la ligne de Troy et Greenfield, comprenant le grand tunnel de Hoosac — dans celui de Virginie, une partie de la ligne de Chesapeake et d'Ohio. Plus récemment, on a vu la ville de Cincinnati entreprendre à elle seule une ligne de 541 kilomètres, celle du Cincinnati-Southern. Mais en général, les États ont préféré venir en aide aux Compagnies, soit en participant à leur formation comme actionnaires, soit en prenant ou garantissant un certain nombre de leurs obligations.

La Compagnie du Baltimore et Ohio R.R. compte encore parmi ses principaux actionnaires l'État de Maryland et la ville de Baltimore, qui, de 1835 à 1836, ont souscrit, l'un pour 20 millions, l'autre pour 17 millions et demi d'actions de cette compagnie. Plus tard, quand il s'est agi de poser une deuxième voie sur une partie de la ligne, la ville de Baltimore a souscrit encore pour 20 millions d'obligations de la même compagnie. En 1860, la même ville a pris

pour 7 millions et demi d'actions de la compagnie du Western Maryland, pour la construction d'une ligne de Baltimore à Williamsport.

C'est le plus souvent sous forme d'obligations prises ou garanties par eux, que les États, les comtés et les municipalités ont prêté leur assistance aux compagnies.

Un des États qui ont le plus largement pratiqué ce système d'assistance est l'État d'Alabama, qui a d'abord pris l'engagement de garantir jusqu'à concurrence de 50 000 francs par kilomètre les obligations émises par les compagnies de chemin de fer de cet État, et qui leur a abandonné ensuite, en échange de cette garantie, une somme de 12 500 francs par kilomètre.

Cet État a avancé en tout, sous une forme ou sous une autre, près de 80 millions de francs aux chemins de fer construits sur son territoire.

Pour l'État de Massachusetts, les avances de toute espèce faites de 1837 à 1869 ont atteint 120 millions de francs.

Ce système d'assistance, praticable d'ailleurs seulement par les États assez peuplés et assez riches pour pouvoir retirer de l'impôt de quoi faire face à leurs engagements, paraît en définitive avoir eu d'assez médiocres résultats. Si, dans certains États prospères et bien administrés, il a permis d'établir plus tôt des lignes d'une importance réelle, qui, sans cela, se seraient fait attendre plus longtemps, il a souvent aussi donné lieu aux plus grands abus, par suite du défaut de contrôle des pouvoirs publics sur les compagnies, et parfois de la connivence de certains membres des législatures avec des spéculateurs, pour lesquels les chemins de fer n'étaient qu'une matière à opérations de bourse.

Il est des États, comme la Caroline du Nord, par exemple, qui ont subi des pertes considérables pour avoir fait des avances à des compagnies qui les avaient complètement gaspillées avant même d'avoir commencé leurs travaux. Il en est d'autres, comme la Louisiane, qui, après avoir garanti des compagnies tombées depuis en faillite, ont fait faillite eux-mêmes, ruinés par la guerre de sécession et par le régime de déprédation qui l'a suivie. Quelques États nouveaux, le Minnesota et l'Arkansas, ont complètement répudié les dettes qu'ils avaient précédemment contractées pour garantir la construction de lignes de chemins de fer.

Aujourd'hui l'opinion publique, moins disposée que jamais à

admettre l'ingérence de la politique dans les affaires de chemins de fer, est plutôt contraire que favorable au régime des subventions quelle qu'en soit la forme, et certains États ont même inséré dans leurs constitutions un article où ils interdisent aux législatures d'en accorder. Nous citerons dans le nombre les États de Géorgie et de Californie.

Système des concessions de terres. — Le système des concessions de terres, au contraire, qui est particulier à l'Amérique, a exercé une influence considérable sur le développement de l'industrie des chemins de fer et de la colonisation, dont ils sont devenus les instruments les plus actifs, en ouvrant à l'immigration les vastes territoires situés à l'ouest du Mississipi.

Les terres de cette région ne pouvant acquérir de valeur qu'autant qu'elles seraient habitées et cultivées, l'abandon d'une partie de ces terres aux compagnies de chemins de fer était le moyen le plus simple de leur venir en aide en leur tenant compte de la plus-value qu'elles étaient appelées à créer. Leurs bénéfices avaient évidemment un caractère aléatoire : il pouvait se faire que les colons ne venant pas, les compagnies ne vendissent pas les terres concédées ; c'était une raison de plus pour qu'elles fissent tous leurs efforts pour les attirer, en leur offrant les plus grandes facilités pour leur installation et le transport de leurs produits. Si, en raison des chances à courir dans de pareilles entreprises, qui ne pouvaient être que des entreprises de spéculation, certaines compagnies de chemins de fer ont mal tourné, si les concessions de terre dont quelques-unes ont trafiqué tout simplement sans mettre la main à l'œuvre, ont donné lieu parfois à de véritables scandales, il ne faut pas oublier l'élan qu'elles ont donné presque partout à la colonisation, qui, à partir du moment où les concessions de terres ont été appliquées à la dotation des chemins de fer, n'a cessé de progresser, surtout sur la rive droite du Mississipi, et que les désastres même éprouvés par certaines compagnies n'ont pas sensiblement ralentie.

Ces concessions de terre ont été généralement prises dans l'immense territoire comprenant, avec une grande partie du bassin du Mississipi, une zone s'étendant jusqu'à l'Océan Pacifique, qui avait été vendue en 1803 aux États-Unis par le Gouvernement français, lors de la cession de la Louisiane. Le Gouvernement fédéral a été mis ainsi en possession de vastes territoires incultes qu'il a, en partie

aliénés à son profit, en partie cédés gratuitement pour venir en aide à l'établissement des chemins de fer.

Concessions de terres faites par l'intermédiaire des États. — Un des premiers chemins de fer auxquels il ait été fait une concession de terres est celui de l'Illinois Central, que nous avons déjà eu occasion de citer (t. I, p. 19) pour le parti avantageux qu'il a su tirer de cette concession. Précédemment, le Congrès avait déjà accordé en 1827 à l'État d'Illinois une concession semblable pour la construction d'un canal destiné à relier au lac Michigan le cours de l'Illinois, affluent du Mississipi. Une seconde concession de terres fut faite en 1850 au même État pour l'aider à établir un chemin de fer destiné à relier ce canal au confluent de l'Ohio et du Mississipi près de la ville de Cairo, et présentant deux embranchements, l'un sur Chicago, l'autre, sur la ville de Galena dans l'Iowa.

Cette ligne devait être ultérieurement prolongée jusqu'au golfe du Mexique, pour aboutir au port de Mobile, en traversant les États de Mississipi et d'Alabama, appelés par le Congrès à jouir des mêmes avantages que l'État d'Illinois.

Le Congrès abandonnait à ces divers États, dans une zone de 6 milles (9^k,66) de part et d'autre de l'axe du chemin de fer à établir, divisée en une série de carrés d'un mille (1609 mètres) de côté, la moitié de ces carrés pris alternativement. En cas de ventes de terre déjà accomplies dans les carrés concédés, ou de réserves à y faire pour l'exercice du droit de préemption[1], l'État d'Illinois

1. Deux actes du Congrès régissent spécialement les cessions de terrain faites directement par le Gouvernement fédéral : 1° le *preemption act*, du 4 septembre 1841, et le *homestead act*, du 20 mai 1862.

Preemption act. — Cet acte dispose que tout citoyen des États-Unis, ou tout étranger ayant déclaré son intention de le devenir en se conformant aux lois sur la naturalisation, peut obtenir du Bureau des concessions de terre (*Land office*) jusqu'à 160 acres (64 hectares) de terres du Gouvernement non encore aliénées, à la condition de payer un prix de 32 francs environ par hectare pour les terres de première classe, et de 16 francs par hectare pour les terres de deuxième classe.

Le droit à la propriété n'est acquis et le payement n'a lieu, qu'après une résidence de six mois au moins, et après l'exécution de certains travaux de culture et d'amélioration, attestés par un témoin digne de foi.

Le colon établi le premier en personne sur un terrain public a le droit de préemption, s'il se soumet aux prescriptions de la loi ; son droit date de l'exécution des premiers travaux d'appropriation.

Sont considérées comme terres de première classe les terres situées dans les limites de la zone partiellement concédée à une ligne de chemin de fer.

Homestead act. — L'acte du 20 mai 1862 reproduit une partie des dispositions précé-

était autorisé à prendre dans les carrés non concédés des surfaces équivalentes, en dépassant au besoin la zone de 6 milles et allant jusqu'à une distance de 15 milles (24k,13) du tracé.

Les superficies concédées ne devaient être toutefois définitivement acquises (*certified*), aux États ou aux compagnies de chemins de fer qui leur seraient substituées, qu'au fur et à mesure de l'achèvement des travaux de leurs lignes.

L'acte du Congrès stipulait en outre : 1° que les superficies non aliénées directement par le Gouvernement fédéral ne pourraient être vendues pour moins du double du moindre prix des terres domaniales (*public lands*) ; 2° que les lignes construites seraient considérées comme des chemins publics, sur lesquels le gouvernement des États-Unis pourrait faire transporter ses troupes et son matériel de guerre, 3° que les États concessionnaires, au cas où une ligne de chemin de fer ne serait pas livrée à l'exploitation dans un délai de dix ans, auraient à rembourser au Gouvernement fédéral le prix de vente des terrains aliénés, et à lui faire la remise des terrains non vendus.

La concession de terres faite à l'État d'Illinois a passé à la compagnie de l'Illinois Central R.R., qui s'est engagée en échange à payer à cet État une redevance de 7 pour 100 sur le produit brut de tous ses transports, destinée à tenir lieu de toutes taxes et contributions.

La concession a porté sur une superficie totale de 1 038 000 hectares. Une première partie de cette superficie, soit 800 000 hectares, a servi à garantir des obligations pour la construction de la ligne (*construction bonds*), portant un intérêt de 7 pour 100, et s'élevant en totalité à 70 millions de francs environ.

---

dentes en excluant de leur bénéfice les personnes qui auraient porté les armes contre le Gouvernement fédéral ou prêté leur aide à ses ennemis.

Il stipule en outre certaines conditions applicables à la mise en possession et à la délivrance des titres de propriété définitifs.

L'envoi en possession est immédiat après l'enregistrement de la demande au bureau du Land office et le payement des seuls frais d'arpentage et d'enregistrement.

La propriété ne devient définitive que cinq ans après l'envoi en possession ; à l'expiration de ce délai, il est encore accordé deux ans à l'occupant pour justifier par deux témoins qu'il a résidé et cultivé pendant cinq ans, qu'il n'a aliéné aucune parcelle, et qu'il a prêté serment d'obéissance au Gouvernement. Un titre de propriété lui est alors accordé, s'il remplit d'ailleurs les conditions voulues pour la naturalisation.

Un acte postérieur du 15 juillet 1870 a accordé à tous ceux qui ont servi dans l'armée des États-Unis pendant 90 jours au moins 64 hectares de terres de première classe.

En 1875, le capital de cet emprunt avait été remboursé en totalité avec le produit de la vente des terres; 100 000 autres hectares avaient été affectés au payement des intérêts dûs sur cet emprunt, et il était resté à la compagnie comme bénéfice net 138 000 hectares, dont 120 000 étaient encore à vendre à cette époque. Le montant du produit des ventes de terres ne s'élevait pas alors à moins de 128 millions de francs.

La compagnie de l'Illinois Central R.R. a pu ainsi entreprendre et terminer en cinq ans une ligne de 1135 kilomètres de longueur, qui pendant longtemps n'a jamais donné moins de 8 pour 100 de dividende à ses actionnaires; les dividendes ont même atteint pendant quelques années le taux de 22 pour 100.

Les concessions de terres faites par le Congrès dans les conditions que nous venons de rappeler se sont étendues aux États de Michigan, Wisconsin, Iowa, Minnesota, Kansas, Arkansas, Missouri, Louisiane, principalement de 1856 à 1870. Ceux de ces États qui occupent la partie supérieure du bassin du Mississipi, où le sol couvert d'une riche couche d'alluvion, est des plus favorables à la culture des céréales, peuplés rapidement par l'émigration allemande, n'ont pas tardé à se couvrir de fermes, établies en grande partie sur ces concessions. De 1860 à 1870, période pendant laquelle les ventes de terres ont été les plus importantes, un accroissement de population de près de 4 millions d'habitants, soit de 45 pour 100 de la population antérieure dans le groupe des États de l'Ouest, a coïncidé avec le développement des voies ferrées dû à l'application de ce système de concessions, qui à la fin de 1875 portait déjà sur 22 millions d'hectares, dont 13 330 000, c'est-à-dire 60 pour 100 environ étaient considérés comme acquis définitivement aux compagnies.

Concessions faites directement par le Gouvernement fédéral. — En 1862, en pleine guerre civile, le Gouvernement fédéral, pour relier à la vallée du Mississipi la côte du Pacifique, a inauguré le système des concessions directes de terres aux compagnies, les seules possibles sur des territoires complètement déserts ou ne présentant pas d'éléments suffisants d'organisation politique. Les premières concessions faites dans ces conditions ont eu pour objet, ainsi que nous l'avons vu précédemment (t. I, p. 80), la construction des deux lignes de l'Union et Central Pacific; elles ont été faites, d'après les termes mêmes de l'acte de concession, en considération des facilités que la

nouvelle ligne devait donner au Gouvernement fédéral pour le transport rapide et sûr des troupes, munitions et approvisionnements de guerre.

Ces concessions ont étendu à 10 milles de chaque côté de l'axe du tracé, soit à 16 090 mètres, la zone dans laquelle devraient être prises les sections alternatives ayant la forme de carrés d'un mille de côté, en maintenant les mêmes réserves que précédemment pour les terrains déjà vendus ou sujets aux droits de *preemption* et d'*homestead*, et exceptant de la concession les terrains susceptibles d'être exploités comme mines.

Pour obliger en outre les compagnies à activer leurs opérations de ventes de terres, l'acte de 1862 a stipulé que toutes les terres concédées, qui n'auraient pas été vendues dans un délai de 3 ans à compter de la mise en exploitation de la ligne entière, seraient soumises à l'exercice des droits de *preemption* et d'*homestead* comme les autres terres publiques, moyennant une indemnité de 31 fr. 25 par hectare à payer aux compagnies.

La livraison à chaque compagnie des terres concédées devait avoir lieu par sections de 40 milles ($64^k,40$) de ligne prête à mettre en exploitation, et reçue à cet effet par trois commissaires du Gouvernement fédéral.

On a déjà vu que, pour les deux compagnies de l'Union et du Central Pacific, des avances en argent s'étaient ajoutées aux concessions de terres. Ces subventions, qui se sont élevées en totalité à 136 182 560 francs pour l'Union Pacific et à 139 278 400 francs pour le Central Pacific, acquises à chaque compagnie au même moment et aux mêmes conditions que les concessions de terres, ont été fournies aux compagnies sous la forme de bons des États-Unis de mille dollars, remboursables à 30 ans de date, et portant 6 pour 100 d'intérêt ; ces bons sont garantis par une hypothèque prise sur toutes les propriétés de chaque compagnie.

Pour se rembourser de ses avances, le Gouvernement fédéral devait primitivement, jusqu'à concurrence du capital prêté et de ses intérêts, retenir à chaque compagnie le prix des transports effectués pour son compte, et, de plus, faire sur sa recette nette un prélèvement de 5 pour 100.

Plus tard, en 1864, pour permettre aux compagnies d'imprimer plus d'activité à leur entreprise en contractant un nouvel emprunt, le Gouvernement fédéral a consenti à n'être remboursé qu'après

les porteurs d'obligations relatives à cet emprunt, et à réduire de moitié la retenue à exercer sur le prix des transports effectués pour son compte. Mais il est revenu ultérieurement sur cette mesure, en obligeant en 1878 par le *Thurman sinking act*, les deux compagnies à faire entre ses mains, pour les intérêts et l'amortissement du capital avancé, des versements annuels, s'élevant avec le prix des transports effectués pour le Gouvernement jusqu'à 25 pour 100 de leurs recettes nettes. Cette modification des conventions antérieures, bien que repoussée par les compagnies, a été confirmée par la Cour suprême des États-Unis, devant laquelle elles avaient interjeté appel.

Il a été toutefois décidé que ces versements annuels ne pourraient dépasser 6 millions de francs pour le Central Pacific, et 4 250 000 francs pour l'Union Pacific.

En ce qui concerne les concessions de terres, elles se sont élevées pour l'Union Pacific à 4 800 000 hectares, dont à la fin de 1878, il avait été vendu 616 000, au prix total de 40 millions de francs, laissant à la compagnie, tous frais payés, un bénéfice net de 31 131 000 francs. Sur une émission totale de bons territoriaux (*land bonds*) s'élevant à 52 millions, elle en avait déjà fait rentrer pour 17 580 000 francs, et il lui restait, pour en racheter d'autres, 22 millions en caisse ou à recouvrer sur les acquéreurs, sans compter les terres non vendues.

Sur le Central Pacific, dont les concessions de terres comprenaient 3 200 000 hectares, il en avait été vendu à la même époque 172 400 au prix total de 17 850 000 francs, et il avait été annulé pour 9 470 000 francs de bons territoriaux, sur une émission totale de 36 400 000 francs.

Ventes de terres par les compagnies. — Les compagnies du Pacifique, surtout dans les commencements, ont moins cherché à réaliser de gros bénéfices sur les ventes des terres concédées, qu'à encourager par des prix très bas la colonisation, sur le développement de laquelle elles ont compté pour donner de la plus-value aux terrains non vendus. On a remarqué que les colons suivaient le même système et faisaient la même spéculation : chacun ne cultive généralement qu'une faible partie des terrains qu'il achète ; son but n'est pas tant d'étendre son exploitation, que de réaliser un bénéfice sur la vente des terres qu'il n'exploite pas.

Les ventes se font habituellement contre espèces : 20 pour 100 comptant, et le surplus en cinq ans, avec payement des intérêts à l'avance sur ce qui reste dû du principal. Les compagnies acceptent

en payement, quelques-unes avec une prime de 10 pour 100, les bons territoriaux qu'elles ont émis, et qu'elles retirent ainsi progressivement de la circulation.

Les compagnies : du Kansas Pacific, dont le réseau est maintenant affermé par l'Union Pacific; du Northern Pacific; du Texas Pacific; du Southern Pacific; et d'Atchison, Topeka et Santa-Fé, dotées de concessions de terres, encore plus étendues que celles des Compagnies précédentes (celle du Northern Pacific seule s'élève à 18 800 000 hectares), et situées dans des régions qui offrent généralement plus de ressources à l'agriculture, ont, malgré plusieurs échecs financiers et le peu d'avancement des travaux sur certaines de leurs lignes, imprimé une activité remarquable à la colonisation des vastes territoires compris entre le Missouri, le Mississipi et les Montagnes Rocheuses, en déterminant, dans les diverses directions correspondant à leurs tracés, autant de courants d'immigration, qui gagnent rapidement de proche en proche.

Les immigrants, recrutés par des agents que les Compagnies entretiennent en Europe, trouvent, en débarquant dans les ports de l'Union, d'autres agents chargés de pourvoir à leurs premiers besoins et de les conduire jusqu'aux terres concédées; des bâtiments provisoires (*Settler's reception houses*) qui se déplacent le long des lignes à mesure que l'immigration avance, leur fournissent un premier abri, en attendant qu'ils aient choisi le terrain sur lequel ils s'établiront définitivement.

Les ventes de terres, après avoir subi un certain temps d'arrêt par l'effet de la crise, qui, à partir de 1873, a d'abord ralenti, puis presque fait cesser complètement l'immigration, ont repris dans ces dernières années une nouvelle activité, surtout dans les États de Kansas, Nebraska, Minnesota, et sur le territoire de Dacota, le long du Northern Pacific R.R., où l'abondance et la variété des richesses naturelles, offrent à la colonisation, malgré la rigueur du climat, de très grandes ressources. Sur cette dernière ligne, les concessions de terres faites à la compagnie s'étendent jusqu'à 64 kilomètres de part et d'autre de la voie ferrée.

Quelques-unes des compagnies concessionnaires des lignes dites *Pacific lines* ont demandé au gouvernement fédéral, indépendamment des concessions de terres, des subventions motivées par les économies qu'elles permettraient au Trésor fédéral de réaliser pour le transport et l'approvisionnement des troupes chargées de tenir les Indiens à distance dans les nouveaux territoires, et par la

réduction de leur effectif. Cette demande, plusieurs fois renouvelée pour le Texas Pacific R.R., a toujours été rejetée.

Le tableau ci-après permet de juger, pour un certain nombre de lignes des États de l'Ouest, de l'importance des concessions de terres qui leur ont été faites et du parti qu'elles en ont tiré :

NOMS DES COMPAGNIES DE CHEMIN DE FER.	LONGUEUR DE LA LIGNE concédée.	LARGEUR DE LA ZONE des concessions à partir de l'axe du tracé.	SUPERFICIES TOTALES CONCÉDÉES	SUPERFICIES VENDUES au commencement de 1879.	PRIX MOYEN DE L'HECTARE vendu en 1879.
	kilom.	kilom.	hectares.	hectares.	fr.
Illinois Central	1136	9,66 et 24,12	1,037,977	925,657	75
Chicago et North Western	3467	9,66 et 24,12	880,731	—	40 à 60
Chicago, Saint-Paul, Minneapolis	324	Id.	400,000	135,370	55,70
Chicago, Burlington et Quincy	1989	Id.	379,457	139,326	183
Chicago, Rock-Island et Pacific	1981	Id.	504,472	137,300	107
Atchison, Topeka et Santa-Fé	1906	16,09 et 32,18	1,173,114	442,251	60
Union Pacific	1677	Id.	4,800,000	627,375	37,5 à 100
Central Pacific	1953	Id.	4,800,000	210,044	65 à 92,5
Kansas Pacific	1088	Id.	2,400,000	353,345	34
Northern Pacific	1040	32,18 à 64,36	18,800,000	924,840	—
Texas Pacific	714	Id.	7,200,000	—	25

Conséquences du système des concessions de terres. — On peut dire en définitive que les concessions de terres faites aux grandes lignes dites *Pacific* garantissent leur achèvement dans un avenir plus ou moins prochain jusqu'au littoral du Pacifique ; si l'absence de subventions en argent les force à avancer plus lentement, par contre, elles remplissent pour la colonisation un rôle plus utile, et elles assurent mieux leur propre prospérité, en puisant dans l'exploitation des richesses naturelles des pays traversés, des éléments de trafic, que leur participation ultérieure au transit entre les deux Océans ne fera qu'accroître.

On pourrait même reprocher au système des concessions d'avoir été pratiqué d'une manière trop libérale, et d'avoir contribué, en dispersant la colonisation sur de trop vastes espaces et en prêtant trop la main à la spéculation, à une extension tout à fait préma-

turée des chemins de fer, et par suite, aux crises éprouvées par l'agriculture dans les États de l'Ouest, dont elle ne permet pas de transporter les produits d'une manière assez économique à cause de cette dispersion. Quoi qu'il en soit, on ne peut nier qu'il n'ait été merveilleusement approprié au développement rapide des chemins de fer et de la colonisation dans ces États, qui a eu, au point de vue économique et politique, de si importantes conséquences pour la nation américaine.

Capitaux absorbés par les entreprises de chemins de fer. — Il va sans dire, que, pour l'exécution de l'immense réseau de chemins de fer que possèdent aujourd'hui les États-Unis, les subventions de toute forme offertes, soit par les États, soit par le gouvernement fédéral, consistant d'ailleurs le plus souvent en valeurs ou titres non susceptibles de réalisation immédiate, n'ont pu dispenser de faire au crédit des appels, dont on peut apprécier l'importance pour la totalité de ce réseau par le tableau suivant, dont les éléments ont été empruntés aux manuels des chemins de fer de M. H. V. Poor:

ANNÉES.	LONGUEUR CONSTRUITE.	AUGMENTATION PAR AN.	EN MILLIONS DE FRANCS.					PRIX DE REVIENT PAR KILOMÈTRE au commencement et à la fin de chaque période.
			ACTIONS	OBLIGATIONS et dette flottante.	CAPITAL SOCIAL.	AUGMENTATION PAR AN.	AUGMENTATION PAR PÉRIODE de 4 ans.	
	kilom.	kilom.						fr.
1867	48300	5882 en moyenne	3784	2083	5867	1864	7456	121000
1871	71828	20462	7238	6085	13323	2474	8755	185000
1872	92290	14351	8239	7558	15797	3126		
1873	106641	4888	9738	9185	18923	2186		
1874	111529	4003	10139	10970	21109	969		
1875	115532	2815	11123	10955	22078	265	872	202000
1876	118347	973	11242	11101	22343	500		
1877	119320	7805	11577	11266	22843	107		
1878	127125	8490	11405	11545	22950	863		
1879	135615	15192	12400	11413	23813	1729		179000
1880	150807		12769	12773	25542	—		

On voit que dans un intervalle de six ans, de 1867 a 1873, correspondant au maximum d'activité des entreprises de chemins de fer, le nombre de kilomètres livrés à l'exploitation a fait plus que doubler, tandis que le capital engagé faisait plus que tripler. Une grande partie des capitaux versés dans les entreprises de chemins de fer a été employée au perfectionnement et à l'outillage de lignes déjà existantes; le prix de revient plus élevé des nouvelles lignes, dû au renchérissement général de la main-d'œuvre et des capitaux, n'a eu que la moindre part dans les dépenses.

A partir de 1873, commencement de la crise, l'amélioration des anciennes lignes a continué à attirer les capitaux, pendant que la construction des nouvelles lignes était à peu près complètement suspendue. Cette situation s'est prolongée jusqu'en 1877, époque du maximum de la crise; puis, les affaires ayant repris une tournure plus favorable, les capitaux se sont portés de nouveau vers les constructions nouvelles, la plupart des grandes compagnies ayant d'ailleurs terminé leurs travaux d'amélioration.

Les oscillations subies par le prix de revient kilométrique moyen des chemins de fer ne font que reproduire les phases successives qu'ils ont parcourues dans cet intervalle.

Le capital de près de 25 milliards et demi, actuellement absorbé par les chemins de fer de l'Union, correspond par habitant à environ 510 francs; ce rapport est supérieur au double de celui que l'on trouverait pour la France. Une très grande partie de ces capitaux a été fournie par l'Europe, notamment par l'Angleterre, la Hollande et l'Allemagne. S'il est un certain nombre d'États, notamment ceux de la Nouvelle-Angleterre, une partie des États du Centre, et les États du Sud avant la guerre civile, qui ont pu trouver chez eux la plus grande partie du capital-actions et une fraction du capital-obligations nécessaires pour la construction de leurs lignes de chemins de fer, il est un bien plus grand nombre de lignes, qui n'ont pu se créer, ni surtout se développer sans l'assistance des capitaux européens, puisés principalement dans les pays qui ont donné à l'immigration les plus forts contingents[1].

Ces pays ont en définitive fourni depuis vingt ans la plus grande part du capital et du travail engagés dans la colonisation; la nation

1. Il résulte du rapport de la commission des chemins de fer de l'État de Massachusetts pour l'année 1873 que l'ensemble des lignes de chemins de fer de cet Etat comptait alors

américaine s'est chargée d'organiser et de diriger les entreprises où l'un et l'autre devaient être employés de la manière la mieux appropriée aux circonstances et la plus profitable à ses intérêts.

Le tableau précédent montre que le capital total engagé dans les entreprises de chemins de fer se divise à peu près également entre les actions et les obligations. Le rapport entre la première et la deuxième catégorie de titres paraît à première vue plus élevé qu'en France, où pour l'ensemble des grandes compagnies le capital actions est seulement d'un milliard et 500 000 francs, tandis que le capital-obligations atteint 6 milliards et demi; mais il ne faut pas oublier que les obligations des grandes compagnies françaises sont garanties par l'État, ce qui n'a pas lieu pour les compagnies américaines, dont un très petit nombre ont obtenu de certaines villes ou de certains États la garantie partielle de leurs obligations.

Actions. — La répartition du capital entre les actions et les obli-

---

29650 actionnaires, dont les trois quarts habitaient le Massachusetts et possédaient 69 pour 100 du capital-actions.

Il y a quelques années les actions de la compagnie de Louisville-Nashville se répartissaient ainsi qu'il suit :

Ville de Louisville	18,463
Comtés de Harding, Davidson, Shelby et Hervy	7,593
Souscripteurs individuels inscrits à Louisville	25,485
Souscripteurs inscrits à New-York	47,459
Total	99,000

Les souscriptions de New-York appartenaient :

12,000, à des habitants des États du Sud,
30,000, à des habitants de New-York,
5,000, à des souscripteurs anglais.

Dans l'État de Wisconsin, les actions en 1878 se décomposaient pour trois lignes importantes de la manière suivante :

	Nombre total d'actions	Nombre d'actions possédées dans le Wisconsin.
Chicago Milwaukee et Saint-Paul	429,997	8,300
Greenbay-Minnesota	78,430	10,096
Galena et South Wisconsin	1,721	320

La compagnie du Philadelphia-Reading, l'une des plus importantes de la Pennsylvanie, avait en 1878 un capital-actions ainsi réparti :

Capitalistes européens	308,672
Capitalistes américains	376,991

Presque tout son capital-obligations, s'élevant à 300 millions environ, avait été souscrit à Londres.

C'est sur la même place que les grandes compagnies de Baltimore et Ohio, et du Pennsylvania R.R. ont négocié la majeure partie de leurs obligations.

gations, aux États-Unis varie beaucoup plus qu'en Europe d'une ligne à l'autre. Certaines lignes, situées principalement dans la Nouvelle-Angleterre, dont la population est celle qui se rapproche le plus par ses habitudes des populations européennes, et où la fortune publique s'est développée plus tôt et plus régulièrement qu'ailleurs, sans passer par les mêmes vicissitudes que dans les autres États, ont pu réunir de prime abord toutes les ressources nécessaires pour leur établissement sans avoir besoin de recourir aux emprunts autrement que pour des sommes assez faibles.

C'est ainsi, par exemple, que la ligne de Concord à Nashua, dans le New-Hampshire, ouverte depuis 1842 sur une longueur de 196 kilomètres, a tout son capital en actions, auxquelles elle a servi longtemps des dividendes de 10 pour 100; que celle de Boston et Providence, de 100 kilomètres de longueur, ne compte, pour un capital actions de 20 millions, que pour 2 millions et demi d'obligations, et donne des dividendes de 7 à 9 pour 100. Pour la ligne de Boston à Albany, la plus importante de la Nouvelle-Angleterre, le capital-obligations n'atteint encore qu'un chiffre de 40 millions, pour un capital-actions de 100 millions, et pour l'ensemble des lignes de la Nouvelle-Angleterre, la proportion du premier au second ne dépassait pas 60 pour 100 en 1876.

Obligations. — En dehors de ce groupe d'États, un de ceux d'ailleurs où les chemins de fer, au moment où ils se multipliaient le plus rapidement dans les autres États, n'ont jamais fait que se développer assez lentement, c'est surtout au moyen d'emprunts contractés sous forme d'obligations (*bonds*) que les compagnies se sont procuré les avances nécessaires pour l'extension des anciennes lignes et la création des nouvelles.

Dans les États de l'Ouest notamment, les compagnies ont été d'autant moins portées à grossir leur capital-actions, qu'elles pouvaient escompter sous la forme de bons territoriaux la plus-value à espérer sur les terres qui leur avaient été concédées. Pour la plupart des compagnies dites *Pacific*, le capital-actions n'atteint pas la moitié du capital-obligations. Leurs obligations, négociées en Europe dans les pays les mieux pourvus de capitaux, devaient se placer d'autant plus aisément, qu'elles assuraient aux capitalistes un intérêt souvent double ou triple de celui qui leur était offert dans les diverses entreprises européennes.

D'autres compagnies, lancées dans des entreprises industrielles, principalement en Pennsylvanie, ont été également conduites à recourir aux emprunts sur une grande échelle pour faire face à des découverts qu'elles espéraient toujours combler en agrandissant leurs opérations, et qui n'ont fait que s'accroitre pour aboutir à de véritables désastres. Il nous suffira de citer la compagnie du Philadelphia-Reading R.R., qui, à la fin de l'année 1879, comptait avec un capital-actions de 40 millions une dette, tant consolidée que flottante, de 310 millions, et qui a été forcée de suspendre ses payements au commencement de 1880.

Par contre, il y a des compagnies très solides, qui, pour leurs travaux d'amélioration ou pour l'extension de leurs réseaux, recourent parfois dans une forte proportion à l'emprunt, uniquement pour ne pas réduire les dividendes de leurs actionnaires. C'est ainsi que la Compagnie du Baltimore-Ohio R.R., avec un capital de 65 millions et demi, invariable depuis de longues années, a émis dans ces dernières années, jusqu'à 165 millions d'obligations, au taux invariable de 6 pour 100, notablement inférieur à celui des dividendes de 10 pour 100 qu'elle a presque constamment servis à ses actionnaires.

En ce qui concerne le taux de l'intérêt des obligations, nous avons dejà eu occasion de constater (t. I, p. 509) qu'il variait généralement entre 6 et 10 pour 100, suivant les chances de rémunération des capitaux et leur abondance. Dans ces dernières années, certaines compagnies des États de l'Est, dans une situation prospère, ont pu, par de nouvelles émissions, réduire de 7 et 6 à 5 pour 100 le taux de l'intérêt d'une partie de leurs obligations.

Emprunts hypothécaires. — Les obligations, nominatives (*registered bonds*) ou au porteur (*coupon bonds*), remboursables en général dans un délai de trente ans, sans qu'aucune prescription législative rende ce délai obligatoire, sont habituellement émises avec des garanties hypothécaires. L'hypothèque qui garantit une émission d'obligations peut porter, soit sur la voie et le matériel fixe, soit sur le matériel roulant, soit sur les concessions de terres et sur les immeubles d'une compagnie, soit sur son revenu. Après avoir ainsi contracté un certain nombre d'emprunts hypothécaires successifs, placés sous le contrôle de commissaires spéciaux (*trustees*) et à l'amortissement desquels la compagnie affecte, quand elle le

peut, une partie de ses produits nets, il arrive souvent qu'elle contracte, en engageant la totalité de ses propriétés en garantie, un nouvel emprunt hypothécaire (*consolidated mortgage*), dans le but d'unifier sa dette par la conversion des précédents emprunts, et de réduire parfois ainsi le taux des intérêts qu'elle a à payer en profitant de circonstances favorables, ou, ce qui est le cas le plus fréquent, de reculer le payement final du principal de sa dette.

Parfois, en outre, les compagnies se ménagent le moyen de réduire ce principal, en émettant des obligations susceptibles d'être converties en actions pendant une période de cinq ou six ans à partir de l'époque de leur émission ; c'est un moyen d'allécher davantage la spéculation par l'espoir de bénéfices plus élevés, au cas où le taux des dividendes viendrait à dépasser celui de l'intérêt fixe des obligations.

Un cas qui se présente fréquemment est celui de la création d'actions de priorité (*preferred shares*), à titre de transaction entre les actionnaires et les porteurs d'obligations, quand le payement des intérêts des obligations est en souffrance; les obligataires échangent alors leurs titres contre des titres d'actions qui leur donnent droit à des dividendes maxima de 6, 7 et parfois 10 pour 100, avant que les autres actionnaires aient rien à toucher. Une des meilleures lignes de l'État d'Ohio, le Lake Shore et Michigan Southern, a ainsi des actionnaires qui touchent 10 pour 100 avant tous les autres. Les grandes compagnies de Chicago et North Western, Chicago, Milwaukee, et Saint-Paul ont également des actions de priorité pour lesquelles le taux maximum de dividende est fixé à 7 pour 100.

Au sujet du système d'emprunts hypothécaires, qui est un des traits du système financier des compagnies américaines, il n'est pas besoin de signaler les inconvénients de son application, qui, si elle était faite à la lettre, permettrait aux créanciers d'une compagnie d'arrêter son exploitation en opérant la saisie d'une partie de son matériel ou de ses installations, et cela à leur détriment, comme au détriment du public. En fait, il a été admis généralement par les tribunaux que les créanciers ne pouvaient saisir que les revenus de la compagnie jusqu'au moment où une décision judiciaire viendrait lui en substituer une autre. Le fait de la vente du matériel roulant d'une compagnie par autorité de justice,

comme celle qui a eu lieu en 1874 pour la compagnie de Cairo et Vincennes, peut être considéré comme exceptionnel.

Dette flottante des compagnies. — Beaucoup plus graves sont pour les compagnies les conséquences de leur dette flottante (*floating debt*), par opposition avec leur dette consolidée, constituée par les obligations. Pour l'ensemble des lignes des États-Unis, le chiffre de la dette flottante des compagnies de chemins de fer n'était pas en 1875 de moins de 1260 millions, soit de 11 pour 100 de leur dette totale. L'habitude qu'elles ont de s'engager dans des dépenses considérables, soit pour le perfectionnement de leur exploitation, soit pour des opérations financières ou industrielles ayant une relation plus ou moins directe avec cette exploitation, avant qu'il ait été pourvu aux ressources nécessaires pour les couvrir, la nature même de ces opérations qui exigent un fonds de roulement spécial, et la grande initiative laissée aux directeurs des compagnies dans toutes les branches de leurs services, expliquent cette situation, sur laquelle les comptes rendus distribués annuellement aux actionnaires évitent le plus souvent de s'appesantir.

Si pour certaines compagnies, dont le crédit est bien établi et la situation prospère, l'élévation momentanée de la dette flottante n'a rien de bien inquiétant, elle est souvent aussi pour d'autres l'indice d'embarras financiers qui finissent par aboutir à des désastres.

Faillites. — C'est ici le lieu de parler de la faillite des compagnies de chemins de fer. Ce fait, peu commun en Europe, l'est beaucoup plus aux États-Unis, où l'on sait d'ailleurs que l'opinion publique est loin de poursuivre les individus, comme les compagnies, qui font de mauvaises affaires, de la même déconsidération que de l'autre côté de l'Atlantique, et où l'on est plutôt disposé à regarder une faillite comme un accident très ordinaire dont le risque est inhérent à toutes les opérations commerciales et industrielles, que comme une faute imputable à l'incapacité ou à l'improbité des personnes. Le propre de l'Américain étant de se porter volontiers vers les entreprises hasardeuses et de chercher à s'en dégager au plus vite dès qu'elles tournent mal, il est tout naturel que les faillites pour ce double motif soient fréquentes, et les entreprises de chemins de fer y échappent d'autant moins, qu'elles ont le plus souvent un caractère très aléatoire.

Nous avons vu plus haut que des hypothèques prises sur tout ou partie de l'avoir d'une compagnie garantissent en général les obligations qu'elle émet. Quand les intérêts de ces obligations cessent d'être payés, les obligataires peuvent présenter aux tribunaux requête pour obtenir la mise sous séquestre de la chose frappée d'hypothèque (*foreclosure on mortgage*), et l'installation d'un receveur (*receiver*) remplissant les fonctions d'administrateur du séquestre.

Il arrive le plus souvent que les directeurs de la compagnie et les créanciers représentés par les *trustees* s'entendent pour la désignation de l'administrateur du séquestre, sous l'autorité duquel l'exploitation se continue sans autre changement que le remplacement du comité des directeurs par le receveur. Celui-ci passe des marchés, contracte des emprunts, afferme même de nouvelles lignes construites ou en construction, en attendant que les créanciers qui l'ont institué aient pu s'entendre sur un plan de réorganisation de la compagnie, qui permette de les substituer aux actionnaires primitifs en assurant le paiement de tous ses autres créanciers.

Cette période se termine, à défaut d'arrangement amiable, par la vente par autorité de justice de la ligne tombée en faillite, qui est généralement rachetée par un groupe de porteurs d'obligations.

On aura une idée de l'importance des faillites de compagnies de chemins de fer pendant la période de 1873 à 1878, par ce fait que la suspension des paiements a porté sur un capital-obligations de 4450 millions, c'est-à-dire sur près de la moitié du capital-obligations de l'ensemble des compagnies. Pour la moitié environ de ce capital, il y a eu arrangement entre les actionnaires et les obligataires; pour l'autre moitié, la suspension des paiements a abouti à la vente des lignes.

Les ventes ont été très nombreuses dans ces dernières années, ainsi qu'on peut en juger par les chiffres suivants :

ANNÉES	NOMBRE de LIGNES VENDUES.	LONGUEUR TOTALE.	CAPITAL ACTIONS ET OBLIGATIONS en francs.
		kilom.	millions.
1876	30	6192	1089,420
1877	54	6238	944,920
1878	48	6282	1558,155
1879	65	8000	1216,414

On pourrait citer un grand nombre d'exemples de ventes à vil prix de lignes tombées en faillite; nous nous bornerons à celui de la vente en 1876, au prix de 2 millions et demi, de l'Atlantic et Pacific R.R. exploité sur 528 kilomètres. Cette ligne avait coûté à construire 187 millions; elle avait émis pour 89 millions d'obligations. Les concessions de terre, portant sur 465 000 hectares, ont été comprises dans la vente pour 250 000 francs.

C'est par ces faillites multipliées que s'expliquent les diminutions que, dans le tableau de la page 426, présente d'une année à l'autre le montant total, soit du capital-actions, soit du capital-obligations et de la dette flottante, pour l'ensemble des lignes américaines, malgré l'extension progressive du réseau total.

Tel est dans ses principaux traits le régime financier dans lequel s'est développée, en jouissant d'une liberté à peu près complète, l'organisation des chemins de fer des États-Unis. La variété des combinaisons adoptées pour cette organisation et la grande facilité avec laquelle les compagnies peuvent se succéder sans autre intervention que celle de l'autorité judiciaire, à défaut d'accord amiable, et sans autre procédure que celle qui est appliquée aux affaires de droit commun, si elles sont loin d'offrir toutes les garanties désirables aux intéressés, le plus souvent éloignés et à la merci de mandataires sujets à caution, ont tout au moins le mérite de ne pas porter une atteinte directe aux intérêts du public, puisque l'exploitation continue comme par le passé, ni des contribuables, qui n'ont pas à supporter les conséquences de la mauvaise gestion des compagnies comme dans les pays où les chemins de fer sont subventionnés ou rachetés par l'État.

Formation des grands réseaux. — Quelque indépendante que fût leur situation réciproque à l'origine, les nombreuses compagnies qu'a fait surgir l'initiative privée pour l'établissement des chemins de fer aux États-Unis n'en ont pas moins obéi à cette loi générale, qui, dans tous les pays, a amené, par la fusion des compagnies, la formation de grands réseaux, et nous avons déjà constaté à l'occasion de la question des tracés, que, malgré le grand nombre de compagnies de chemins de fer encore existantes, les fusions ont été de jour en jour plus multipliées.

L'unification des réseaux était une conséquence forcée de l'établis-

sement de grands courants commerciaux entre les États de l'Ouest et les ports de l'Atlantique qui devaient servir de débouchés à leurs produits. Les lignes partant des ports de l'Atlantique pour se diriger vers les Alleghanies devaient chercher à tout prix à s'ouvrir des accès vers les grands entrepôts de l'Ouest. Comme de l'autre côté de la chaîne des Alleghanies, dans les vallées de l'Ohio et du Mississipi, les chemins de fer, d'une construction plus facile que sur le versant oriental de ces montagnes, n'avaient pas attendu pour s'établir qu'elles eussent été franchies par ces premières lignes, celles-ci n'ont eu la plupart qu'à s'annexer des lignes déjà construites. Elles avaient à cette annexion un double intérêt, celui de pouvoir constituer ainsi immédiatement de grandes lignes de trafic, et celui d'empêcher les petites lignes de cette région de servir d'auxiliaires à des compagnies rivales.

C'est dans ces conditions que se sont formés dans les États de l'Est les quatre réseaux concurrents des Trunk-lines américaines. Le Baltimore et Ohio R.R. est la seule de ces grandes compagnies qui ait dû construire elle-même son prolongement sur Chicago.

Ces compagnies ont été amenées en outre à s'annexer à différents titres un grand nombre de petites lignes transversales qui avaient pour elle une certaine utilité comme affluents. La compagnie du Pennsylvania R.R. en particulier a cherché à étendre ainsi son réseau dans toutes les directions, de manière à développer son trafic local et à ouvrir en même temps plus de débouchés à son mouvement de transit.

Dans les États de l'Ouest, l'ouverture de la ligne du Pacifique a eu également pour conséquence le groupement en un certain nombre de lignes concurrentes de transit des chemins de fer construits entre Chicago et Omaha, station de tête de l'Union Pacific R.R.

L'affluence de l'immigration et l'importance des rapports commerciaux créés par les rapides progrès de la production agricole dans les États du Nord-Ouest ont de même déterminé l'agglomération en un petit nombre de grands réseaux concurrents de toutes les lignes ouvertes entre les principaux centres de population de cette région, Chicago, Milwaukee et Saint-Paul.

Les concessions de terres et les conditions très économiques de la construction ont d'ailleurs généralement permis aux compagnies organisées dans les États de l'Ouest d'entreprendre immédiatement

l'établissement de lignes plus longues, dont des fusions sont ensuite venues encore augmenter l'importance. Certaines compagnies, organisées principalement sur la rive droite du Mississipi, ont même abusé de la fusion, pour se donner ainsi en apparence plus de solidité, et pour dissimuler leurs embarras financiers derrière des extensions de réseaux qui ne faisaient qu'augmenter leurs charges et précipiter leur ruine.

Dans la vallée du Mississipi, la reprise des affaires dans ces dernières années, et un mouvement commercial plus actif, depuis que les travaux d'amélioration de l'embouchure de ce fleuve ouvrent le port de la Nouvelle-Orléans à de plus forts navires, ont eu des conséquences analogues.

En même temps que la compagnie de l'Illinois Central s'annexait la ligne de Chicago, Saint-Louis et la Nouvelle-Orléans, qui prolongeait son réseau jusqu'au golfe du Mexique, une autre compagnie, des plus modestes dans ses commencements, celle de Louisville-Nashville, dont le réseau n'était primitivement que de 298 kilomètres, finissait par englober sous une seule administration 3780 kilomètres de chemins de fer, s'étendant depuis New-Albany sur le lac Michigan au Nord, et Saint-Louis à l'Ouest, jusqu'à Chattanooga à l'Est, et à Mobile, Pensacola et la Nouvelle-Orléans au Sud.

Dans la même direction, la ligne du Cincinnati Southern, à peine terminée entre Cincinnati et Chattanooga, est en voie de se prolonger jusqu'à la Nouvelle-Orléans, et d'entrer ainsi en compétition avec les deux précédentes.

Enfin, la compagnie de l'Union Pacific, qui n'exploitait tout d'abord entre Omaha et Ogden que 1042 kilomètres, a absorbé la plupart des compagnies affluentes ou concurrentes de sa ligne principale, notamment le Kansas Pacific et le Denver Pacific, et étendu son exploitation sur 5509 kilomètres; celle du Central Pacific, par des annexions analogues, a doublé l'importance de son réseau d'exploitation en le portant de 1953 kilomètres à 4273 kilomètres dans ces dernières années.

Dès aujourd'hui, on peut compter aux États-Unis 13 grandes compagnies, en possession chacune d'un réseau de 2000 à 6000 kilomètres, comparables pour l'importance des réseaux aux plus grandes compagnies de chemins de fer européennes. Ces compagnies iennent en général sous une dépendance plus ou moins étroite les petites lignes voisines. Toutefois, dans certains États où a con-

tinué de prédominer la circulation locale, comme ceux de la Nouvelle-Angleterre, les petites compagnies ont conservé une certaine autonomie, et la prospérité d'un grand nombre d'entre elles, dans le Massachusetts, par exemple, semble démontrer que le morcellement des réseaux ne laisse pas que de se prêter dans certaines circonstances à une exploitation suffisamment économique et productive.

Modes employés pour l'extension des réseaux. — Quant aux conditions dans lesquelles s'est effectuée l'extension des réseaux, elles ont varié à la fois en raison de la diversité des États traversés, ayant chacun sa législation spéciale, et de la différence des conditions financières où se trouvaient les compagnies. Cette unification a eu lieu généralement, soit par la fusion des administrations et des titres de deux compagnies, soit par l'affermage des lignes de l'une par l'autre, soit enfin par l'acquisition, soit progressive, soit immédiate, des titres de l'une des compagnies par l'autre.

On peut dire que la fusion de deux compagnies en une seule, où les actions de chacune sont comptées au prorata de leur valeur d'après les cours au moment de leur réunion, est loin d'être le cas le plus fréquent, les deux compagnies apportant habituellement avec elles, sous forme d'obligations, un passif plus ou moins complètement représenté sur les lignes par des valeurs réelles, qui peut rendre les arrangements difficiles, et la législation dans les divers États mettant, d'autre part, des obstacles aux fusions dans le but d'encourager la concurrence.

Habituellement une grande compagnie s'en annexe une plus petite en affermant ses lignes pour un temps plus ou moins long. Le plus souvent, pour tourner les lois qui interdisent les fusions, le bail est fait pour neuf cent quatre-vingt-dix-neuf ans, et devient en quelque sorte indéfini. Ce bail est ou à redevance fixe (*rental*), ou à tant pour cent du produit brut de la ligne louée, ou bien encore la compagnie fermière exploite à prix coûtant la ligne affermée.

Ce dernier mode d'affermage s'applique surtout aux baux à court terme ; quand une compagnie veut s'assurer une ligne pour une longue durée et se propose d'y faire des améliorations dont elle aura le temps de profiter, elle préfère généralement avoir à payer une redevance fixe. Il arrive souvent que la redevance fixe est

calculée à tant pour cent du capital-actions, et que la compagnie fermière s'engage à pourvoir aux obligations contractées par la compagnie propriétaire.

La compagnie du Pennsylvania R.R. par exemple, qui ne possède en propre, sur un réseau exploité de 4625k, que 729 kilomètres, paie pour la plupart des lignes affermées une redevance calculée à raison de 7 pour 100 du capital-actions et obligations, et se charge en outre de pourvoir à l'amortissement des obligations.

Le Baltimore et Ohio R.R., sur un réseau total de 2492 kilomètres, en détient à bail 1633, pour lesquels les baux ont une durée de vingt à cinquante ans. Plusieurs lignes, qui avaient antérieurement pris à bail l'exploitation d'autres lignes, sont passées avec leurs baux entre les mains de la compagnie du Baltimore et Ohio, notamment le Central Ohio R.R., qui avait déjà affermé pour vingt ans la ligne de Sandusky, Mansfield et New-York, à la condition de verser à la compagnie propriétaire 35 pour 100 des recettes brutes pendant les cinq premières années, puis 40 pour 100, et de consacrer en outre par an 830 000 francs à l'amortissement de ses obligations.

On peut juger par le tableau ci-après de l'importance du rôle que jouent les lignes affermées dans les plus grands réseaux; cette importance est surtout grande pour les principaux réseaux des États de l'Est; dans ceux de l'Ouest, les compagnies parvenues à un certain degré de prospérité ont pu se dispenser le plus souvent de recourir à l'affermage, en rachetant à vil prix aux ventes par autorité de justice les lignes tombées en faillite; elles ont en outre construit elles-mêmes dans ces dernières années la plus grande partie de leurs nouvelles lignes. L'emploi de ces deux procédés par la compagnie de Chicago, Milwaukee et Saint-Paul explique comment elle a pu se dispenser de recourir à l'affermage.

C'est également en profitant de la dépréciation subie par les actions des diverses compagnies des États de Tennessee, Alabama et Louisiane, pour les racheter, soit en totalité, soit en partie, que la compagnie du Louisville-Nashville R.R. a accru dans ces dernières années son réseau, aujourd'hui l'un des plus considérables de la vallée du Mississipi. Les 2376 kilomètres qu'elle ne possède pas en propre ne comprennent qu'un petit nombre de lignes dont elle ne soit que simple fermièr

LONGUEUR DES RÉSEAUX EXPLOITÉS PAR LES PRINCIPALES COMPAGNIES DE CHEMINS DE FER DES ÉTATS-UNIS EN 1880.

NOM DES COMPAGNIES.	LONGUEUR TOTALE exploitée.	LONGUEUR POSSÉDÉE.	LONGUEUR affermée ou exploitée à différents titres.
	kilom.	kilom.	kilom.
Chicago, Milwaukee et Saint-Paul	6123	6123	—
Pennsylvania Company	5709	1764	3945
Union Pacific	5509	2938	2571
Chicago, Burlington, Quincy	4970	4462	508
Pennsylvania R.R. Cy	4625	729	3137
Chicago et North-Western	4505	2798	462
Central Pacific	4273	1952	2321
Wabash, Saint-Louis Pacific	3992	2882	198
Louisville-Nashville	3780	1404	2376
Atchison et Santa-Fé	3581	—	—
Illinois Central	2965	2072	893
Baltimore et Ohio	2492	700	1633
Chicago, Rock-Island, Pacific	2160	1210	772
Lake Shore et Michigan Southern	1896	1650	246
New-York Central et Hudson River	1699	1191	508
New-York, Lake Erié et Western	1494	903	591
Chicago et Alton	1352	588	764
Michigan Central	1271	380	891
Atlantic et Great Western	824	680	143
Boston et Albany	521	402	119

Opérations financières pratiquées par les compagnies. — Une des fusions les plus célèbres dans l'histoire des chemins de fer des États-Unis est celle qui fut opérée en 1869 entre les deux compagnies du New-York Central et de l'Hudson River R.R. Le commodore Vanderbilt ayant acquis à l'aide de son immense fortune la plus grande partie des actions de l'Hudson River R R., commença par en doubler le capital, qui fut porté de 35 à 70 millions, puis s'étant fait nommer, par l'emploi du même procédé, président du New-York Central, dont le capital actions était de 140 millions, il fusionna les deux compagnies, et fit porter immédiatement le capital de la nouvelle compagnie à 450 millions en totalité, en convertissant en actions jusqu'à concurrence de 225 millions de prétendus dividendes non payés aux actionnaires de la compagnie du New-York Central, et des primes extraordinaires attribuées aux actionnaires de chacune des deux compagnies, à raison de 27 pour 100 par action pour le New-York Central, et de 85 pour 100 pour

le Hudson River R.R. Le capital-obligations des deux compagnies fut en même temps porté de 90 millions à 200 millions.

Il est juste de dire que cette augmentation du capital sur le papier, qualifiée dans la langue des affaires d'arrosage (*watering*), et qui a eu pour résultat immédiat de faire monter les actions de la nouvelle compagnie de 100 à 200 dollars, n'a pas tardé à devenir réelle par suite d'une transformation complète du réseau de la nouvelle compagnie, qui a quadruplé ses voies, accru considérablement son matériel roulant, et est devenue une des compagnies de chemins de fer les plus puissantes et les plus constamment prospères. La nouvelle organisation financière de la compagnie, qui a pu être à l'origine une affaire de pure spéculation, a fini par emprunter à l'importance et à la permanence des intérêts privés engagés dans l'entreprise une stabilité et une solidité exceptionnelles.

La fusion qui a abouti à placer également la famille Vanderbilt à la tête de la ligne du Lake Shore et Michigan Southern R.R., devenue ainsi le prolongement vers Chicago de la ligne précédente, s'est accomplie dans des conditions analogues. Cette ligne est la réunion de deux lignes : Buffalo-Erié et Lake Shore and Michigan Southern, dont le commodore Vanderbilt s'est emparé successivement en 1869, et dont le capital-actions a été porté de 120 à 250 millions par l'émission de nouvelles actions et la conversion en actions de dividendes extraordinaires attribués aux anciens actionnaires.

L'acquisition par la même famille de la majorité des actions du Central Michigan R.R. et du Canada Southern R.R. lui donne aujourd'hui la haute main sur l'administration de quatre réseaux comptant ensemble 4866 kilomètres, sur le territoire de l'Union et 753 kilomètres sur le territoire canadien, soit en tout 5619 kilomètres, et représentant un capital de près de 1400 millions, tant actions qu'obligations. Il est vrai que l'union des quatre compagnies présidées par les frères Vanderbilt n'est que personnelle, les quatre compagnies conservant des administrations distinctes ; elle n'en constitue pas moins la plus grande puissance financière du continent américain, et la plus solide en raison de son caractère en quelque sorte dynastique [1].

---

1. Cette puissance s'est encore accrue : 1° par suite d'un traité passé pour 5 ans en février 1880 entre la compagnie du New-York Central et celle du Boston et Albany R.R.

En regard de cette agglomération de lignes, formant comme un bien de famille, et ayant pour objet principal les transports de transit de Chicago à l'Atlantique, le Pennsylvania Rail Road, dont l'administration est concentrée entre les mains d'un Président, qui peut être changé tous les ans, offre l'exemple, sous forme de société industrielle ordinaire, d'une organisation financière encore plus vaste, si l'on considère à la fois l'étendue de son réseau et des débouchés qu'il commande, la multiplicité des intérêts qui sont engagés dans son exploitation, et la variété des entreprises qu'elle y associe.

Le réseau qu'elle exploite directement entre les trois villes de Philadelphie, New-York et Pittsburg ne forme pas la moitié de celui qu'elle administre réellement. La compagnie succursale qu'elle a créée sous le nom de Pennsylvania Company, pour la distinguer de celle du Pennsylvania Rail Road C°, exploite à elle seule à divers titres à l'Ouest de Pittsburg 5709 kilomètres de lignes. Dans ce nombre figurent à la fois des lignes affermées, soit directement, soit indirectement, c'est-à-dire, par l'intermédiaire d'autres compagnies fermières; des lignes dont la compagnie du Pennsylvania R.R. a acquis la plupart des actions; enfin d'autres lignes, pour la construction desquelles elle a avancé des fonds et dont elle garantit les obligations. Cette compagnie est organisée avec un capital tant actions qu'obligations de 153 890 000 francs, fourni par le Pennsylvania R.R., et exploite en définitive pour son compte le réseau dont elle est chargée.

La compagnie du Pennsylvania R.R. possède en outre des mines s'étendant sur 11 000 hectares et produisant annuellement 130 000 tonnes de charbon. — Elle a enfin en portefeuille, d'après ses comptes rendus de 1880, pour 221 millions d'actions et 280 millions d'obligations de plus de 50 compagnies diverses.

Cette compagnie n'est pas d'ailleurs la seule qui pratique en grand les opérations sur les titres et valeurs de chemins de fer. Elles sont, ainsi que nous l'avons déjà dit, communes à un très grand nombre de compagnies. En 1879, la compagnie du Baltimore et Ohio R.R., l'une des compagnies les plus solides de l'Union, possédait pour

---

dans le but de fusionner leur exploitation et d'agir en commun pour la conduite de toutes les affaires intéressant à la fois les deux compagnies; 2° par l'acquisition par M. Vanderbilt de la ligne de Cleveland, Columbus, Cincinnati et Indianopolis (759 kilomètres) à la fin de 1881.

84 millions de ces titres, et celle de l'Union Pacific R.R. pour 83 millions.

Les compagnies spéculent sur la hausse de ces titres qu'elles achètent à bas prix ; par l'acquisition de ces valeurs, elles préparent d'ailleurs l'absorption des petites compagnies qui les ont émises.

Il est clair que ces opérations de bourse ne sont pas sans danger pour le crédit des compagnies. En cas de baisse des titres, ce qui est fréquent en temps de crise commerciale, les compagnies qui les détiennent sont exposées à n'en pouvoir tirer parti au moment où elles auraient le plus besoin de ressources pour faire face tant à leurs engagements propres, qu'à ceux des compagnies dont elles ont garanti les obligations, et elles se trouvent alors en présence de découverts qui, au moment où leurs propres recettes sont en baisse, peuvent leur causer de sérieux embarras. Certaines compagnies, des plus solides, conduites par ces opérations à des émissions d'obligations considérables faites à des taux bien supérieurs à ceux des profits qu'elles pouvaient tirer de leurs placements, ont vu, à la suite de la débâcle de 1873, leur crédit fortement ébranlé.

Bien que les enquêtes qui ont eu lieu depuis cette époque, notamment celle dont l'Administration du Pennsylvania R.R. a fait l'objet, aient démontré combien ce système de spéculation est préjudiciable aux véritables intérêts des compagnies, dont elles grossissent démesurément le passif, sans rien ajouter à la valeur des lignes qui leur appartiennent en propre, les exemples que nous avons cités tout à l'heure montrent que les compagnies sont loin d'y avoir renoncé [1].

Il y a lieu toutefois de reconnaître que la plupart des grandes compagnies se sont sérieusement préoccupées dans ces dernières années de la réduction de leur passif. La compagnie du Pennsylvania R.R. s'est complètement débarrassée de sa dette flottante, a réduit par des conversions le taux de l'intérêt de ses obligations, et elle applique maintenant chaque année des sommes importantes à leur amortissement et au rachat des titres qu'elle a garantis.

1. Le montant des titres possédés en 1880 par la compagnie du Pennsylvania R.R. en particulier s'élevant à 500 millions, en les supposant au pair, dépasse notablement le montant des obligations de la compagnie qui n'est que de 380 millions ; on peut donc dire que toutes ses dettes ont été contractées pour d'autres entreprises que son exploitation propre, et qu'elle pourrait les liquider complètement sans inconvénient direct pour cette exploitation.

Cet exemple a été suivi par la compagnie du Baltimore et Ohio R.R., qui, après avoir eu longtemps pour principe d'appliquer à l'extension de son réseau une partie de sa recette nette, avait fini par s'écarter de cette ligne de conduite prudente (*conservative plan*), et par émettre un montant assez considérable d'obligations, pour avancer à diverses compagnies de construction les fonds nécessaires pour l'établissement de nouvelles lignes se rattachant à son réseau.

Au lieu d'abandonner la construction de leurs embranchements à l'initiative d'autres compagnies dont elles auraient seulement à garantir les obligations, comme l'ont fait au début les grandes compagnies des États de l'Est, afin d'éviter de nouveaux appels de fonds, la plupart des compagnies jouissant d'un certain crédit prennent actuellement le parti de les construire elles-mêmes en émettant de nouvelles obligations ; ces obligations se négociant plus avantageusement que celles de compagnies en voie de formation, les embranchements leur reviennent moins cher, et ils sont en outre mieux construits que ceux que pourraient leur livrer des compagnies qui n'auraient pas à se préoccuper de l'exploitation. Une compagnie prospère de l'Illinois, celle de Chicago, Burlington et Quincy, a construit à elle seule dans ces conditions en l'année 1879 environ 400 kilomètres de nouvelles lignes.

Compagnies de chemins de fer charbonniers. — Nous avons signalé tout à l'heure la tendance des compagnies américaines à mêler à l'exploitation des chemins de fer d'autres entreprises. Celles dont il a été question jusqu'à présent, en dehors des opérations sur les valeurs de chemins de fer, se bornent à commanditer des exploitations de mines dont les produits sont en grande partie utilisés sur leurs réseaux. Certaines compagnies de chemins de fer, principalement situées en Pennsylvanie, non contentes d'acheter des mines pour les affermer à des compagnies charbonnières, se sont mises à les exploiter elles-mêmes sur une grande échelle, dans le but de développer à la fois l'extraction et les transports de charbon.

Ce système pratiqué par cinq compagnies : Philadelphia-Reading; Delaware, Lackawanna et Western; Lehigh-Valley; Central of New Jersey; Delaware et Hudson, dites compagnies de chemins de fer charbonniers (*Anthracite coal railroad Companies*), dont le réseau embrasse le principal bassin houiller de la Pennsylvanie, les a con-

duites à augmenter énormément leur capital, porté de 402 millions de francs en 1865 à 1407 millions en 1876 pour l'ensemble des cinq compagnies. Cette association de l'exploitation des chemins de fer aux risques d'entreprises purement industrielles, augmentés d'ailleurs par des spéculations du caractère le plus hasardeux, n'a abouti qu'à des désastres pour la plupart des Compagnies qui l'ont tentée.

Association des compagnies pour divers objets. — En restant sur le terrain de l'exploitation proprement dite des chemins de fer, les associations des compagnies, soit entre elles, soit avec d'autres compagnies industrielles pour des objets restreints se rapportant à cette exploitation sont extrêmement fréquentes; les stations communes, les lignes de raccordement entre les divers réseaux, les ponts établis dans le même but, en offrent de nombreux exemples.

Un des systèmes d'association les plus simples consiste dans la propriété en commun des lignes de raccordement, et leur exploitation par l'une des lignes intéressées; c'est celui qui est appliqué par exemple sur l'Union freight Railway, qui relie près de Boston les lignes de Boston-Lowell et d'Old Colony; cet embranchement, long de $3^{k},94$, a coûté 1 522 500 francs, et il est exploité par l'une des compagnies, qui paye une redevance de 75 000 francs par an à l'autre.

D'autres fois, comme pour le chemin de fer en grande partie souterrain qui relie à Baltimore la ligne de Baltimore et Potomac avec le Northern Central, il est créé une compagnie spéciale dont les actions et les obligations sont fournies par les deux Compagnies associées. Pour cette dernière ligne de raccordement, c'est le Pennsylvania R.R. qui possède toutes les actions, tandis que les obligations sont partagées entre le Pennsylvania R.R. et le Northern Central R.R.

A Saint-Louis, où toutes les lignes de chemins de fer, ainsi que nous l'avons vu t. I, p. 462, sont reliées entre elles, l'établissement d'une station centrale et d'un service d'exploitation, pour raccorder à travers le Mississipi les lignes situées sur la rive gauche du fleuve avec cette station, rencontrait de grandes difficultés, à cause de la rivalité existant entre les compagnies.

C'est la compagnie organisée spécialement pour la construction du pont, qui, après avoir entrepris l'établissement d'une voie en

partie souterraine à travers la ville, a créé la station centrale en s'associant deux autres compagnies distinctes, celle de l'*Union Depot*, pour l'établissement de la gare commune, et celle de l'*Union Railway and Transit*, pour l'exploitation des voies ferrées reliant la gare commune aux gares spéciales situées à East Saint-Louis, en se servant à cet effet d'un certain nombre de locomotives spéciales.

Le personnel desservant la station centrale et les voies de raccordement est placé sous les ordres du directeur de l'exploitation du pont ; son traitement est réparti entre les trois compagnies intéressées. Les wagons appartenant aux diverses compagnies de chemins de fer reliées à la station centrale, qui ont souscrit la plupart des actions et des obligations de la compagnie du pont, payent des tarifs de péage dont le produit, accru de celui du péage perçu sur la circulation ordinaire, n'a pas permis jusqu'à présent de faire face aux obligations de cette compagnie par suite de la concurrence qui est encore faite au pont par les anciens bacs à vapeur; mais il est évident que ce déficit, vraisemblablement temporaire, n'empêche pas cette organisation d'offrir pour le public comme pour les compagnies d'inappréciables avantages[1].

L'initiative privée, que nous avons vue déjà à diverses reprises devancer les grandes compagnies pour l'exécution de leurs embranchements, ce qui explique comment elles en construisent si peu, a fourni ainsi, en s'interposant sous la forme d'une association nouvelle entre les compagnies de chemins de fer, la solution presque immédiate d'une question de la plus haute importance pour les intérêts en présence, que le défaut d'entente entre les compagnies menaçait de faire longtemps attendre, et qui aurait appelé dans d'autres pays l'intervention, toujours tardive et plus ou moins efficace, des pouvoirs publics.

Par contre, la facilité avec laquelle les associations se contractent pour un objet quelconque, et l'enchevêtrement qui en résulte parfois entre plusieurs entreprises, ont eu plus d'une fois les conséquences les plus fâcheuses, en permettant à des administrateurs malhonnêtes de ruiner les actionnaires à leur profit.

---

1. Le pont de Saint-Louis a fini par être affermé à perpétuité par la compagnie de Chicago à Alton moyennant une redevance de 315 000 francs par an, qui servira à payer 7 pour 100 de dividende sur 1 500 000 francs d'actions de la compagnie du Pont et 6 pour 100 sur 3 500 000 francs de bons hypothécaires. Les produits bruts de l'exploitation du pont pendant l'exercice 1879-1880 se sont élevés à 4 488 487 francs.

De nombreuses enquêtes judiciaires ont révélé le procédé trop fréquent par lequel les directeurs de certaines compagnies, passaient, avec des sociétés dont ils étaient les principaux actionnaires, voire même les administrateurs, soit pour la construction, soit pour l'exploitation des chemins de fer, des marchés à des prix ruineux pour les compagnies qu'ils administraient, et grossissaient en quelques années dans d'énormes proportions le passif des compagnies, conduites ainsi presque inévitablement à une faillite[1]. Les sociétés de construction, dites *construction rings*, rachetaient ensuite à vil prix la ligne dont ces *rings* étaient devenus les principaux créanciers.

C'est aux agissements de ces *rings*, tristement célèbres dans l'histoire des chemins de fer américains, que plusieurs lignes, qui dans des mains honnêtes auraient pu être des plus productives, ont dû d'être grevées, avant même d'être exploitées, de charges écrasantes et atteintes par des désastres dont elles auront beaucoup de peine à se relever.

C'est ainsi, par exemples, que le chemin de fer de l'Érié, évalué en 1861, lors d'une première faillite, à 178 millions de francs en totalité, soit pour 739 kilomètres, à 240 000 francs par kilomètre, est tombé de nouveau en faillite en 1875 avec un passif de plus de 766 millions, soit de près de 800 000 francs par kilomètre, sans qu'il eût été effectué dans l'intervalle pour plus de 40 millions de travaux, et vendu enfin pour 30 millions aux porteurs d'obligations d'un de ses emprunts hypothécaires.

L'Atlantic and Great Western R.R., d'une longueur de 676 kilomètres, prolongeant le précédent vers Chicago, a eu une fortune analogue. Son histoire peut donner un échantillon de la manière dont la crédulité des capitalistes est exploitée à l'étranger par la spéculation. Un comité de spéculateurs a commencé par lancer en 1860 sur la place de Londres un prospectus où l'on faisait ressortir

---

1. Une accusation de cette nature a été portée en 1876 par l'avocat général des États-Unis contre les directeurs de l'Union Pacific R.R., qui auraient formé, sous le nom de Compagnie de Crédit mobilier, une société de construction pour les travaux de la ligne. Les mêmes plaintes ont été portées au sein du Congrès contre les directeurs du Central Pacific R.R.

La même année, un marché de 10 millions de francs, conclu entre la Compagnie du matériel roulant (*United States rolling stock C°*) et la compagnie de l'Atlantic et Great Western, a été annulé judiciairement comme conclu par les directeurs de la première compagnie agissant en même temps comme directeurs de la seconde.

l'avenir exceptionnel de la ligne, d'une construction facile, évitant complètement la traversée des Alleghanies, placée dans la direction des grands courants commerciaux, et traversant les régions les plus fertiles de la Pennsylvanie et de l'Ohio. Sa construction était évaluée pour une voie à 115 000 francs le kilomètre, soit pour 676 kilomètres à 77 millions et demi.

Cette ligne est aujourd'hui grevée d'un passif de 692 000 francs par kilomètre, bien qu'il n'y ait encore qu'une seule voie. Achevée en 1864, elle était mise sous le séquestre dès 1867, puis, après avoir été affermée par l'Érié R.R., elle a été déclarée de nouveau en faillite en 1874, et finalement vendue le 6 janvier 1880 pour 30 millions à une nouvelle compagnie; les produits nets de l'exploitation de cette ligne dans ces dernières années ne laissaient pas disponible une rémunération de plus de 1,3 pour 100 pour le capital total. On comptait en 1876, que pour pouvoir procurer à ce capital un profit raisonnable, il faudrait qu'il y eût sur la ligne un trafic double de celui du Pennsylvania R.R. et six fois plus fort que son propre trafic actuel.

CHAPITRE XXVIII

RÉSULTATS FINANCIERS DE L'EXPLOITATION DES CHEMINS DE FER

1. ÉTATS-UNIS.

Résultats généraux pour l'ensemble des lignes. — Il est peu de pays où la situation financière des compagnies de chemins de fer ait éprouvé des fluctuations plus considérables et plus brusques qu'aux États-Unis, où un grand nombre de causes concourent d'une manière particulière à son instabilité.

Dans tous les États d'Europe, les populations, comme les industries dont elles vivent et les relations commerciales qu'elles entretiennent, ont un certain caractère de fixité; elles ne se développent que lentement et progressivement; elles sont dans un état d'équilibre qui fournit à l'industrie des transports des éléments d'une importance sinon constante, du moins peu variable.

Il en est tout autrement en Amérique, où, dans un grand nombre d'États, l'immigration vient apporter chaque année à la population un contingent plus ou moins considérable, et imprimer à l'exploitation des richesses du sol plus ou moins d'activité; où l'importance des transports des produits agricoles, qui forment le principal élément du trafic des plus grandes compagnies de chemins de fer, dépend en outre essentiellement de leur abondance et de la demande qui en est faite sur le marché européen.

On jugera des oscillations, qui, sous l'influence de ces diverses causes, se sont produites dans les résultats financiers de l'exploitation de l'ensemble des lignes américaines, par le tableau suivant qui contient en outre, pour 1867, des indications pouvant servir de points de repère :

DÉSIGNATION.	CAPITAL D'ÉTABLISSEMENT, RECETTES BRUTES, FRAIS D'EXPLOITATION, PRODUITS NETS ET DIVIDENDES POUR L'ENSEMBLE DES CHEMINS DE FER DES ÉTATS-UNIS PENDANT LES ANNÉES :										
	1867.	1871.	1872.	1873.	1874.	1875.	1876.	1877.	1878.	1879.	1880.
Longueur exploitée en kilomètres..	48300	71828	92290	106606	111531	113142	115917	117787	125709	132378	135603
Capital d'établissement, en millions de francs....................	5864	13323	15797	18923	21458	22868	21863	22434	22831	23771	25546
Coût par kilomètre en francs.......	121412	185480	171160	177505	192394	202117	188680	190462	181618	179569	188388
Recettes brutes voyageurs.... totales en millions.	—	544,5	661,5	686,1	705,0	690,4	654,4	608,0	613,3	676,7	737,2
Recettes brutes voyageurs.... par kilomètre en francs...........	—	7583	7167	6440	6861	6102	5645	5610	4876	5111	5436
Recettes brutes marchandises et autres. totales en millions.	—	1472,1	1704,6	1945,7	1897,1	1824,8	1767,3	1681,9	1762,8	1897,6	2338,8
Recettes brutes marchandises et autres. par kilomètre en francs..........	—	20493	18468	18248	17016	16128	15246	14278	14022	14335	17247
Recettes brutes de toute nature. totales en millions.	1670	2016,6	2366,1	2631,8	2602,1	2515,2	2421,7	2289,9	2376,1	2574,3	3076,0
Recettes brutes de toute nature. par kilomètre en francs..........	34575	28076	25635	24688	23877	22250	20891	19889	18898	19446	22683
Frais d'exploitation....... totaux en millions.	1143,5	1308	1497,4	1713,0	1551,4	1587,8	1534,1	1465,8	1475,3	1526,4	1800,1
Frais d'exploitation....... par kilomètre en francs..........	23674	18209	16221	16069	13892	14033	13234	12444	11656	11530	13274
Coefficient d'exploitation pour 100..	68	65	63	65	63	63	62	63	62	58	58,5
Produit net total en millions......	526,5	708,6	828,7	918,9	1050,7	927,5	887,6	824,1	900,8	1047,9	1276
Produit net par kilomètre en francs.	10901	9867	11414	8619	9985	8197	7657	7445	7342	7916	9409
Rapport du produit net au capital d'établissement.................	9	5,3	5,2	4,9	4,2	4,1	4,0	3,7	3,9	4,4	5,1
Dividendes totaux en millions......	160,6	282,3	322,0	336,1	334,8	371,5	315,8	292,8	268,1	292,3	385,6
Dividendes rapportés au capital-actions.........................	4,2	3,9	3,9	3,4	3,3	3,3	3,0	2,5	2,4	2,5	3,0

Dans les six premières années, de 1867 à 1873, le réseau des chemins de fer s'est accru de 121 pour 100, et le capital engagé, de 123 pour 100, pendant que les recettes brutes subissaient une augmentation de 57 pour 100 et les produits nets, de 75 pour 100; dans le cours de cette période, l'augmentation de la masse des transports et la hausse des tarifs ont concouru à augmenter les recettes brutes et le produit net, bien que dans un rapport bien moindre que celui des capitaux employés.

On estime, d'autre part que la population ne s'est accrue dans la période décennale de 1866 à 1876 que de 23 pour 100, soit quatre fois moins que les chemins de fer, et, dans les États de l'Ouest en particulier où ils se sont étendus le plus vite, on ne comptait plus, à la fin de cette période, que 265 habitants par kilomètre de chemin de fer, tandis qu'au commencement la proportion était de 488.

Le produit brut et le produit net kilométrique en 1873 ont déjà baissé d'une manière sensible, et le rapport du produit net au capital engagé est réduit de près de moitié.

Le tableau ci-dessus montre ensuite, de 1873 à 1877, une décroissance progressive du produit brut et du produit net total, malgré le développement des réseaux. La concurrence entre les lignes agit en sens contraire de l'accroissement des transports pour diminuer les recettes; il est à remarquer qu'en même temps les frais d'exploitation baissent progressivement, les compagnies s'attachant de plus en plus à les réduire, et que, malgré la baisse considérable des tarifs, le coefficient d'exploitation diminue sensiblement. Malgré ces progrès réalisés dans l'exploitation, le rapport du produit net au capital engagé diminue de plus en plus : les intérêts d'une grande partie des obligations, 30 pour 100 pour l'année 1876, soit un capital de plus de 3 milliards, sont impayés, tandis que 60 pour 100 du capital-actions, représentant plus de 6 milliards et demi, ne reçoivent aucun dividende. Les compagnies les plus solides, le Baltimore et Ohio R.R. et le Pennsylvania R.R. sont forcées de réduire ou de supprimer complètement les dividendes. Le New-York Central et Hudson River R.R. continue seul à servir un dividende de 8 pour 100 à ses actionnaires.

Nous avons dit tout à l'heure que la masse des transports avait continué cependant à s'accroître dans cette période. M. H. V. Poor estime que, de 1875 à 1876, le tonnage des transports, qu'il évalue pour 1875 à 197 millions de tonnes, s'est encore accru de 6 millions

de tonnes; néanmoins les recettes ont encore baissé d'une année à l'autre de 14 millions par suite de la baisse des tarifs.

A partir de la reprise des affaires en 1878, les recettes brutes reprennent pour l'ensemble des lignes leur marche ascendante; mais elles dépassent à peine en 1879 celles de 1873, bien que le réseau soit plus considérable de 28 pour 100, et que le mouvement des transports, favorisé par des circonstances exceptionnelles, se soit considérablement accru dans l'intervalle.

On n'estime pas à moins de 71,5 pour 100 l'augmentation du tonnage des marchandises transportées, de 1873 à 1880, et à 95 pour 100, celle du tonnage kilométrique, qui s'est élevé, dans cette période, de 11 537 millions à 22 532 millions de tonnes kilométriques, le parcours moyen s'étant sensiblement accru dans l'intervalle et ayant été porté de 253 à 288 kilomètres. Comparées aux recettes de 1873, celles de l'année 1880, qui peut être considérée comme une année exceptionnelle à cause du grand mouvement d'exportation des céréales, ne présentent en définitive qu'un accroissement de 28 pour 100, par suite de l'abaissement général des tarifs, descendus en moyenne sur les treize principales lignes des États de l'Est, du Centre et de l'Ouest de 5 à 3 centimes par tonne et par kilomètre[1].

Quant à la répartition des recettes totales entre le trafic-voyageurs et le trafic-marchandises, elle a peu varié dans toute la période comprise entre 1871 et 1880 : le rapport des recettes marchandises aux recettes totales n'a oscillé qu'entre 73 et 75 pour 100, en passant des plus mauvaises aux meilleures années. Ce rapport est d'ailleurs beaucoup plus élevé qu'en Angleterre et qu'en France, où il est d'environ 53 pour 100.

Il est à remarquer en outre que, si, de 1877 à 1880, le rapport du produit net au capital employé s'est accru d'une manière assez rapide, l'accroissement s'est fait sentir plus lentement sur les dividendes; ce qui s'explique à la fois, parce que l'amélioration a surtout profité aux obligations, dont les intérêts ont pu être payés de nouveau sur des lignes où ils avaient cessé de l'être, et parce que, sur les lignes les plus importantes, une grande partie des excédents de recette ont été employés à des renouvellements de matériel et à la création d'un fonds d'amortissement.

---

1. *Rail Road Gazette* du 18 novembre 1881.

Si le coefficient moyen d'exploitation de 58 pour 100 constaté en dernier lieu pour les lignes américaines est plus grand qu'en Angleterre et en France où il ne dépasse pas 53 pour 100, il ne faut pas perdre de vue que ce coefficient dépend essentiellement des tarifs, plus bas en moyenne en Amérique que partout ailleurs pour les marchandises, qui sont l'élément principal du trafic.

Variations subies par le cours des actions. — Dans toute la période comprise entre 1873 et 1880, l'influence des variations éprouvées par la situation financière des compagnies s'est traduite par des fluctuations souvent énormes dans les cours des actions de chemins de fer.

Pour l'ensemble de 40 compagnies choisies parmi les plus importantes de l'Union, on a calculé que le total des actions émises, qui représentait, avant le 20 septembre 1873, une valeur de 3867 millions, ne valait plus immédiatement après que 2499 millions, soit une diminution de plus d'un tiers, et en septembre 1878, leur valeur totale était seulement remontée à 2598 millions de francs.

De 1878 à 1880, l'amélioration s'est accentuée bien davantage : la valeur totale des actions des mêmes compagnies dépassait déjà en septembre 1879 de plus de 700 millions celle de 1878, et, en tenant compte de la différence des cours de l'argent, présentait même une augmentation de 5 pour 100 sur la valeur totale en 1873 avant la crise.

Résultats financiers dans les divers groupes d'États. — Si maintenant on considère séparément les différents groupes d'Etats pour la même période, on constate que, tout en participant plus ou moins aux fluctuations dont le tableau qui précède donne l'expression générale, les groupes correspondants de compagnies de chemins de fer sont loin de les avoir subies dans la même mesure; le tableau ci-après permet d'en juger.

Il est à constater d'abord que les États de la Nouvelle-Angleterre, et les États du centre (*middle states*) sont ceux où les chemins de fer ont le mieux supporté la crise; l'importance de la circulation locale, notamment de l'élément voyageurs, dans le premier groupe, la bonne organisation des grandes compagnies sur les réseaux desquelles se concentre principalement le trafic marchandises dans le second, et les améliorations réalisées dans l'exploitation, ont atténué dans ces deux groupes d'États les effets de la stagnation

des affaires pour l'ensemble des lignes de chemins de fer. Les désastres éprouvés par un grand nombre de petites lignes ont toutefois diminué très sensiblement le produit net kilométrique moyen à partir de l'année 1873, et ce n'est qu'en 1880, correspondant à une prospérité exceptionnelle que ce produit net est revenu au niveau qu'il avait atteint en 1873.

Dans les États du Sud, où la plupart des grandes entreprises et celles de chemins de fer entre autres, ruinées par la guerre, avaient échappé à l'entraînement qui les avait surexcitées dans les États du Nord, leur situation déjà très mauvaise ne pouvait guère empirer par le fait de la crise. Comme peu de nouvelles lignes y ont été construites, la concurrence a moins tendu qu'ailleurs à y abaisser les tarifs, et la diminution des recettes par suite du ralentissement des affaires y a été moins forte qu'ailleurs. Ces recettes, depuis la reprise des affaires, sont d'ailleurs encore loin d'assurer une rémunération suffisante aux capitaux, puisqu'en l'année 1880, qui est une des meilleures, l'intérêt moyen perçu sur les obligations n'a pas dépassé 3,6 pour 100, et que le taux moyen des dividendes a été à peine de 1 pour 100 pour l'ensemble des lignes.

C'est surtout dans les États de l'Ouest que les chemins de fer ont souffert pendant cette période, par suite de leur extension beaucoup plus rapide qu'ailleurs, de la concurrence extrêmement vive qu'ils ont été amenés à se faire, et de la moindre activité des transports. Au moment du plus fort de la crise, on a compté que pour l'ensemble des onze États de l'Ouest, un total de lignes représentant un développement de plus de 30 000 kilomètres avaient suspendu leurs payements; une somme de 5322 millions, sur un capital total d'actions et d'obligations de 9145 millions, n'ont donné par conséquent aucun produit. Un grand nombre de lignes situées dans les États à céréales du Michigan, Wisconsin, Minnesota, Iowa, Illinois, n'ont pas même couvert leurs frais d'exploitation. C'est aussi là que le mouvement de reprise a été le plus accentué, à partir de la nouvelle période de bonnes récoltes, coïncidant avec des années de disette en Europe, qui a déterminé simultanément une exportation et une immigration extraordinaires. Par suite de ces circonstances exceptionnellement favorables, le produit net kilométrique a dépassé sur ce groupe en 1879 et 1880 celui des meilleures années antérieures.

PRODUITS DE L'EXPLOITATION

DANS LES DIFFÉRENTS GROUPES D'ÉTATS

DÉSIGNATION DES GROUPES D'ÉTATS et des années.	LONGUEUR EXPLOITÉE.	CAPITAL D'ÉTABLISSEMENT			PRIX D'ÉTABLISSEMENT par kilomètre.
		ACTIONS.	OBLIGATIONS et autres dettes.	TOTAL.	
1° *Nouvelle-Angleterre.*	kilom.	millions de francs.	millions de francs.	millions de francs.	francs.
1873	8538	707,3	611,1	1318,4	154,415
1874	9043	685,6	555,8	1241,4	137,277
1875	9229	950,1	581,5	1531,6	165,955
1876	9311	979,7	550,2	1529,9	164,311
1877	9718	1047,0	668,2	1715,2	176,497
1878	9274	939,1	582,1	1521,2	164,028
1879	9911	985,7	658,3	1644,0	165,909
1880	9774	937,0	637,4	1574,4	161,080
2° *États du Centre.*					
1873	20,030	3247,5	2386,0	5633,5	281,253
1874	20,727	3289,7	3302,3	6595,0	318,184
1875	21,208	3456,7	3509,8	6966,5	328,484
1876	21,972	3482,4	3382,6	6865,0	315,023
1877	21,907	3572,4	3868,8	7441,2	339,672
1878	23,506	3457,3	3886,6	7343,9	312,426
1879	24,055	3597,8	3743,3	7341,1	305,179
1880	23,960	3904,8	3888,6	7793,4	325 141
3° *États du Sud.*					
1873	22,392	1142,4	1404,2	2546,6	113,728
1874	21,743	1069,0	1548,5	2617,5	120,383
1875	21,770	1292,0	1701,5	2993,5	137,505
1876	22,456	1436,1	1568,9	3005,0	133,817
1877	18,148	1288,1	1225,1	2513,2	138.483
1878	20,122	1104,7	1337,0	2441,7	121,344
1879	21,556	1191.4	1213,0	2404,4	111,567
1880	21,813	1131,1	1391,4	2522,5	115,642
4° *États de l'Ouest et du Sud-Ouest.*					
1873	53,086	4418,4	4666,6	9085,0	171,137
1874	57,379	4678,9	5617,3	10296,2	179,616
1875	58,053	4922,4	5724,1	10646,5	183,392
1876	59,172	4781,8	4940,1	9721,9	164,298
1877	63,009	5056,6	4954,1	10010,7	159,036
1878	66,984	5186,2	5568,2	10754,4	160,551
1879	71,007	5783,3	5783,0	11566,3	189,889
1880	73,917	5932,5	5976,7	11909,2	160,932
5° *États du Pacifique.*					
1873	2560	223,1	116,6	339,7	132,690
1874	2639	285,8	421,9	707,7	268,068
1875	2882	294,4	435,9	730,3	253,610
1876	3006	300,4	440,8	741,2	247,060
1877	5005	305,5	448,0	753,5	150,700
1878	5823	319,6	450,5	770,1	132,320
1879	5849	353,4	461.9	815,5	139,370
1880	6139	863,2	878,5	1741,7	267,340

DES CHEMINS DE FER

PENDANT LA PÉRIODE 1873-1880.

RECETTES			RECETTE KILOMÉTRIQUE totale.	PRODUIT NET TOTAL.	PRODUIT NET KILOMÉTRIQUE.	COEFFICIENT D'EXPLOITATION.	RAPPORT DU PRODUIT NET au capital engagé en centièmes.	DIVIDENDES TOTAUX.	DIVIDENDES rapportés OU CAPITAL-ACTIONS en centièmes.
VOYAGEURS.	MARCHANDISES.	TOTALES.							
millions de francs.	millions de francs.	millions de francs.	fr.	millions de francs.	fr.			millions de fr.	
111,8	146,5	258,3	30,252	75,3	8819	71	5,7	45,0	6,3
110,6	139,7	250,2	27,667	83,5	9233	66	6,7	42,5	6,0
108,9	132,7	241,6	26,167	76,6	8299	68	5,0	43,9	4,6
102,6	126,2	228,8	24,573	76,9	8259	66	5,0	38,0	3,8
100,3	122,7	223,0	22,936	68,7	7069	69	4,0	34,9	3,5
89,8	116,4	206,3	22,234	68,4	7375	66	4,5	37,8	4,0
87,6	119,0	206,6	20,849	77,9	7861	62	4,7	36,2	3,6
96,6	147,2	242,8	21,137	86,0	8798	58	5,4	40,0	4,2
211,8	758,4	970,2	48,437	346,4	17,320	64	6,1	183,2	5,6
208,5	724,0	932,5	44,989	450,9	21,754	51	6,8	188,0	5,7
203,9	674,5	878,4	41,418	328,0	15,471	62	4,7	196,7	5,7
237,4	650,6	888,0	40,748	346,9	15,913	60	5,0	168,5	4,9
196,3	583,4	779,7	31,026	305,2	15,936	65	4,1	124,4	3,5
179,8	597.5	777,3	33,068	307,8	13,098	60	4,2	105,7	3,2
216,0	635,6	851,6	35,402	352,0	14,666	58	4,5	119,5	3,3
224,8	770,2	995,0	41,527	419,6	17,525	58	5,4	142,4	3,6
76,5	191,9	268,4	11,986	90,6	4046	66	3,6	4,5	0,4
70,6	190,6	261,2	12,013	86,3	3831	68	3,3	5,0	0,5
69,3	182,7	252,0	11,575	83,7	3844	66	2,7	7,5	0,6
59,4	194,3	253,7	11,297	85,6	3811	66	2,8	9,3	0,7
49,8	149,3	199,1	10,915	63,3	3487	73	2,5	13,7	1,0
56,1	157,9	214,0	10,635	71,9	3573	66	2,9	14,0	1,1
56,6	163,0	219,6	10,189	73,4	3405	66	3,5	10,7	1,0
52,2	189,3	241,6	11,075	90,6	4153	62	3,6	17,6	1,5
258,1	800,5	1058,6	19,941	362,3	6824	65	3,9	95,3	2,1
283,9	790,4	1074,3	18,722	377,7	6582	64	3,6	83,0	1,8
274,9	756,1	1031,0	17,759	378,0	6511	63	3,5	96,1	1,9
216,8	714,4	946,2	15,737	319,6	5399	65	3,2	87,0	1,8
222,2	743,8	966,0	15,093	330,4	5243	65	3,3	73,0	1,4
245,0	804.3	1049,3	15,664	387,9	5822	62	3,6	96,7	1,8
272,2	889,6	1161,8	17,555	494,8	7479	57	4,2	117,8	2,0
320,5	1132,5	1453,0	19,657	625,8	8466	57	5,2	165,6	2,8
27,9	48,4	76,3	29,804	44,3	17,305	42	13,0	8,1	3,6
31,3	52,4	83,7	31,705	49,3	18,614	41	6,9	16,3	5,7
33,4	78,7	112,2	38,924	61,1	21,215	45	8,4	27,1	9,2
38,2	81,8	120,0	40,000	58,7	19,566	51	7,9	22,6	7,5
39,4	82,7	123,2	24,420	56,5	11,300	53	7,5	22,9	7,5
42,6	86,7	134.4	22,215	64,8	11,134	50	8,4	13,9	4,3
44,3	90,4	134,7	23,025	49,8	8512	63	6,0	8,1	2,3
44,1	99,6	143,7	23,420	53,9	8775	62	3,1	20,0	2,3

Les lignes de chemins de fer construites sur le versant de l'océan Pacifique, formant d'ailleurs un réseau beaucoup moins important, n'ont pas échappé aux vicissitudes que nous venons de signaler. A mesure qu'elles se sont développées, leur produit kilométrique a baissé, et la baisse ne paraît pas près de s'arrêter.

Elle est en voie d'atteindre maintenant les deux grandes lignes de l'Union et du Central Pacific, qui avaient joui jusqu'alors d'un certain monopole. On sait en effet qu'en avril 1881, par suite de la jonction à Deming (New-Mexico) du prolongement du chemin de fer d'Atchison, Topeka et Santa-Fé avec celui du Southern Pacific, une nouvelle ligne ferrée continue est venue relier la vallée du Mississipi à l'océan Pacifique, et il est tout probable que dans un avenir très prochain, une deuxième ligne, celle du Northern Pacific, fera aussi concurrence à l'Union et au Central Pacific pour le transit.

Il y a toutefois lieu de constater que le développement du trafic local, par suite des progrès de la colonisation, est déjà en mesure d'apporter à ces deux lignes un élément de compensation sérieux. Sur l'Union Pacific en particulier, l'ouverture de plusieurs exploitations de mines de houille dans les Montagnes Rocheuses donne dès à présent des produits assez abondants, non seulement pour les besoins de l'exploitation, que leur emploi a rendue plus économique, mais encore pour en faire l'objet d'un certain commerce ; il en a été extrait en 1880 environ 547 000 tonnes dans l'État de Wyoming.

On peut juger de l'importance relative du trafic de transit et du trafic local sur cette ligne par les chiffres suivants qui se rapportent aux exercices 1877 et 1878 :

		1877.	1878.
Nombre de voyageurs kilométriques	Transit.......	133,487,028	111,289,553
	Trafic local...	40,124,698	43,760,289
Nombre de tonnes kilométriques	Transit.......	250,687,682	267,829,196
	Trafic local...	288,090,180	321,453,474

Résultats financiers des compagnies les plus importantes. — Les tableaux qui précèdent comprennent en bloc toutes les compagnies grandes et petites, en bonnes ou mauvaises affaires, de chaque groupe d'États. Il n'est pas sans intérêt de considérer à part les grandes compagnies, qui absorbent la majeure partie du trafic et recueillent à elles seules près de la moitié du produit net de l'ensemble des lignes. Le tableau ci-après donne pour la même période que ci-dessus, la moyenne des recettes brutes et des produits nets des compagnies les plus importantes.

PRODUITS MOYENS DE L'EXPLOITATION DE DIX-SEPT GRANDES COMPAGNIES AMÉRICAINES
POUR LA PÉRIODE 1873-1880 (8 ANNÉES).

NOMS DES COMPAGNIES.	LONGUEUR MOYENNE EXPLOITÉE.	CAPITAL MOYEN D'ÉTABLISSEMENT. Actions.	Obligations.	Total.	PRIX D'ÉTABLISSEMENT par kilomètre.	RECETTES. Voyageurs.	Marchandises.	Totales.	PRODUIT BRUT KILOMÉTRIQUE.	FRAIS D'EXPLOITATION. Totaux.	Par kilomètre.	PRODUIT NET PAR KILOMÈTRE.	COEFFICIENT D'EXPLOITATION.	RAPPORT DU PRODUIT NET au capital engagé.	TAUX DES DIVIDENDES en centièmes.
	kilom.	mill.	mill.	mill.		mill.	mill.	mill.	francs.	millions.	francs.	francs			
New-York Central et Hudson River..	1592	447,1	190,7	637,8	400,628	38,6	94,6	136,0	85,413	77,7	48,785	36,658	57	9,2	8 constamment.
New-York Lake Érié et Western....	1537	387,0	292,0	679,0	441,769	17,1	63,5	85,2	55,436	60,3	39,228	16,208	70	3,6	—
Pennsylvania	2658	344,3	284,7	629,0	236,614	45,1	119,3	179,2	67,421	106,5	40,083	27,341	59	11,5	6,6; a varié de 2 (1878) à 10 (1873).
Baltimore-Ohio	2155	99,0	158,8	257,8	119,628	7,2	43,4	74,8	34,683	45,7	21,207	13,479	61	11,3	9; a varié de 7 à 10.
Boston-Albany.............	525	100,0	35,0	135,0	255,238	13,0	22,1	36,6	69,705	26,3	50,181	19,524	72	7,6	9;
Lake Shore et Michigan.......	1894	250,0	190,4	440,4	232,523	18,5	56,2	79,0	41,703	48,3	25,490	16,215	61	7,0	4,1; a varié entre 1,25 et 8.
Louisville et Nashville	1573	45,0	104,6	149,6	95,586	—	—	28,3	17,966	17,2	10,941	7,022	63	7,3	3; suspendus 3 ans; 8 °/. en 1880.
Illinois Central	1886	145,0	50,3	195,3	103,552	5,5	17,6	37,7	19,983	18,3	9,734	10,249	49	9,7	7; de 4 à 9.
Chicago et North Western..........	3217	182,5	158,8	341,3	106,092	—	—	73,8	22,931	42,2	13,108	9,823	57	9,3	3,2; de 0 à 7.
Chicago et Milwaukee...	2879	138,5	184,3	322,8	112,539	10,4	31,7	46,2	16,064	27,4	9,514	6,550	59	5,8	3,7; de 0 à 7.
Chicago, Burlington, Quincy........	2547	150,8	257,9	308,7	121,201	—	—	68,0	26,740	35,4	13,890	12,850	52	10,5	9; de 8 à 10.
Chicago, Rock-Island Pacific.......	1366	104,9	47,8	152,7	111,786	9,0	28,7	39,7	29,063	21,1	15,447	13,616	52	12,2	8,6; de 7 à 10.
Chicago et Alton..................	1253	62,5	57,7	120,2	95,929	6,6	19,1	26,8	21,389	14,8	11,812	9,576	55	10,0	8,2; de 6,5 à 10.
Atchison, Topeka, Santa-Fé........	1305	—	—	130,0	99,693	4,5	14,1	19,2	14,766	9,2	7,077	7,689	47	7,7	1er dividende payé en 1879 de 5,5. 2e div. en 1880 de 7,5.
Central Pacific...............	2733	274,5	413,9	688,4	251,884	26,7	50,3	80,3	29,381	42,5	15,550	13,831	53	5,5	5; de 3 à 10, suspendus en 1878 et 1879.
Union Pacific....................	1831	206,2	398,1	604,3	330,038	19,9	40,6	66,7	36,428	29,2	15,947	20,481	44	6,2	dividende moyen de 6,1 à partir de 1873.
Grand Trunk (Canadien)...........	1890	274,6	488,7	763,3	409,153	14,2	51,9	47,8	25,291	38,0	20,624	4,667	80	1,3	—

C'est dans le groupe des États du centre que se trouvent les lignes à plus fort trafic, en raison de la concentration des transports de transit à destination des trois grands ports de New-York, Philadelphie, Baltimore; l'ensemble des lignes de ces États, avec un développement kilométrique représentant moins d'un cinquième du développement total des lignes fournit à lui seul la moitié des dividendes payés pour l'ensemble de ces chemins de fer[1].

Nous choisirons en particulier dans ce groupe la grande compagnie du Pennsylvania R.R., la plus importante de toutes et regardée en Amérique comme la compagnie modèle (*Standard*), pour entrer dans quelques détails sur sa gestion financière, à la suite desquels celle des compagnies de chemins de fer charbonniers, dont nous avons précédemment signalé l'énorme extension dans les États de Pennsylvanie et de New-Jersey, trouvera sa place.

Pennsylvania R.R. — Nous avons vu précédemment que la compagnie du Pennsylvania R.R. cumulait trois systèmes d'entreprises: 1° l'exploitation des chemins de fer; 2° les opérations sur les valeurs de chemins de fer; 3° l'exploitation et la commandite de certaines entreprises industrielles.

Ces diverses entreprises, qui, dans la politique de la compagnie (*policy*), se viennent mutuellement en aide, sont loin d'avoir la même importance et de donner les mêmes profits.

Les divers groupes de réseaux exploités par la compagnie diffèrent eux-mêmes beaucoup au point de vue des produits. Ces réseaux, constitués chacun avec une exploitation et des charges financières distinctes, sont, comme on le sait, au nombre de quatre, savoir:

1° Section de Philadelphie à Pittsburg (*Pennsylvania central division*)	1699[k]
2° Id. de Philadelphie à Jersey City (*New-Jersey division*) comprenant le canal de Delaware et Raritan (106[k]) et divers embranchements secondaires	600[k]
3° Section de Philadelphie à Erie City (*Philadelphia et Erié division*)	463[k]
4° Groupe des lignes situées à l'Ouest de Pittsburg	4945[k]
Total en 1878	7707[k]

Le tableau suivant donne pour les deux années 1877 et 1879, cor-

1. Ces tableaux graphiques que l'on trouvera sur la planche XXXVII donnent, pour sept années consécutives, de 1873 à 1879, les résultats de l'exploitation des principales lignes des États-Unis, ainsi que les recettes et les prix de revient par tonne kilométrique sur trois de ces lignes.

respondant, l'une au maximum de la dernière crise commerciale, l'autre, à une année de prospérité moyenne, les résultats de l'exploitation pour chaque réseau partiel.

DÉSIGNATION DES GROUPES DE LIGNES.	ANNÉES.	RECETTES BRUTES		FRAIS D'EXPLOITATION		PRODUITS NETS		COEFFICIENT D'EXPLOITATION.
		totales en millions.	kilométriques en francs.	totaux en millions.	kilométriques en francs.	totaux en millions.	kilométriques en francs.	
1re *section.*								
Pennsylvania Central......	1877	94,967	55,860	53,755	31,618	41,212	24,242	57
	1879	108,718	61,690	58,758	34,055	49,960	27,635	54
2e *section.*								
New-Jersey division..	1877	44,803	74,672	31,138	51,898	13,664	22,774	67,5
	1879	43,924	65,490	27,514	44,776	16,420	20,714	66,4
3e *section.*								
Philadelphia-Érié.........	1877	15,864	34,260	10,248	22,130	5,616	12,130	65
	1879	15,459	33,278	10,651	22,945	4,783	10,333	70
4e *section.*								
Groupe de lignes situées au delà de Pittsburg.......	1877	115,212	23,298	75,224	15,212	39,988	8,086	65
	1879	128,711	26,028	76,276	15,478	52,183	10,550	59

Sur la première section, les recettes-marchandises sont environ quintuples des recettes-voyageurs; les deux natures de recettes se balancent dans la seconde; dans les deux autres, les recettes-marchandises prédominent de beaucoup.

Si l'on tient compte maintenant des charges pesant sur chaque section sous forme d'intérêts d'obligations, redevances, impôts, on trouve sur la première section :

Un bénéfice net de 31 600 000 fr. en 1877
» » 37 412 000 fr. en 1879

Sur la seconde section, comprenant le canal de Delaware et Raritan et diverses lignes toutes affermées, la déduction des charges a laissé:

Une perte de. ... 7 412 590 fr. en 1877,
» ..... 4 629 445 fr. en 1879.

La troisième section, affermée et exploitée à prix coûtant depuis 1870, n'a donné ni perte ni gain.

Les lignes situées à l'ouest de Pittsburg, la plupart affermées par la compagnie, déduction faite de toutes les charges, n'ont laissé

en 1877 qu'un produit net de 359 588 francs. En 1879, le produit net s'est élevé à 9 120 441 francs. Dans ce groupe une seule ligne, celle de Pittsburg, Fort-Wayne et Chicago (753 kilomètres), bien qu'elle ait été affermée à des conditions très onéreuses (payement d'un intérêt de 7 pour 100 sur les obligations et de 12 pour 100 sur le capital-actions), donne encore un profit de trois quarts pour 100 sur ce capital, et permet de combler le déficit sur les autres embranchements moins productifs.

On voit qu'en définitive la première section, et la ligne de Pittsburg, Fort-Wayne et Chicago, qui forme son prolongement sur cette dernière ville, sont seules directement productives; les autres lignes ne servent qu'à grossir le trafic sur cette section, et ces affluents ne laissent pas que d'être coûteux.

En dehors des lignes exploitées par la compagnie elle-même, celles qu'elles tient sous sa dépendance (*control*), parce qu'elle en a garanti les obligations, lui ont également coûté assez cher en 1877 et en 1879, années où elle a dû pourvoir pour ces lignes à un déficit de 3 753 250 francs pour 1877, et de 4 438 920 francs pour 1879.

Les mines exploitées pour le compte de la compagnie lui ont aussi valu en 1875 une perte de 658 807 francs en 1877 et de 458 560 francs en 1879.

Les valeurs de chemins de fer possédées par la Compagnie ont donné les produits suivants :

	1877.	1878.	1879.
Montant total des valeurs au pair..............	484,254,900	498,756,600	500,719,900
Prix d'acquisition......	326,630,710	333,352,550	327,408,415
Produit............	10,829,310	9,024,230	10,554,665
Taux de l'intérêt........	3,3	2,7	3,2

Les profits de ces placements, faits principalement en vue de préparer l'absorption des petites compagnies, sont en définitive assez faibles; mais leur principal inconvénient est d'être constitués par des valeurs sujettes à de très fortes dépréciations. La compagnie du Pennsylvania, dans son compte rendu de 1877, n'a pas estimé à moins de 59 550 000 francs la réduction qu'elles avaient subie à cette époque pour le montant total qu'elle avait en portefeuille, sans compter pour plus de six millions de valeurs douteuses.

Bien que la compagnie du Pennsylvania R.R. ait subi de ce chef pendant la période calamiteuse de 1873 à 1879 d'assez fortes pertes,

elle a pu encore prélever sur ses bénéfices annuels les ressources nécessaires : 1° pour éteindre sa dette flottante qui s'était élevée un moment à 22 168 000 francs ; 2° pour racheter le matériel roulant de la compagnie de l'Empire line au prix de 25 millions, sur lesquels elle a avancé immédiatement 6 millions ; 3° pour affecter en 1879 une somme de 10 millions à des travaux d'amélioration ; 4° pour renouveler en outre une grande partie de ses voies, où elle a posé en 1879 53272 tonnes de rails en acier ; 5° pour compléter son matériel roulant par l'addition de plus de 5000 wagons de marchandises, tout en consacrant annuellement à partir de 1878 une somme de 3 500 000 francs à l'amortissement de ses obligations.

Les dividendes de 8 à 10 pour 100 que la compagnie distribuait antérieurement à ses actionnaires ont été seulement réduits successivement à partir de 1877 à trois et demi, deux, et quatre et demi pour 100 pour faire face à ces dépenses, en même temps qu'au service des intérêts de ses obligations s'élevant, pour un capital de 274 350 000 francs à 16 529 600 francs environ.

La compagnie du Pennsylvania R.R., l'une des plus grandes compagnies de chemins de fer qui existent et des mieux administrées, se distingue principalement de celle des autres Trunk-lines, en ce qu'au lieu d'avoir pour principal objectif le transit, dont l'extension de son réseau dans toutes les directions lui garantit dans tous les cas une forte part, elle s'est attachée surtout à développer le trafic local.

En associant aussi plus intimement ses intérêts avec ceux des pays qu'elle dessert, et en procurant, par l'extension de ses lignes, de nouveaux débouchés aux industries locales, cette grande compagnie assure sa prospérité, en même temps que, par son système d'absorption progressive, elle sauve de la ruine une foule de petites compagnies incapables de conserver une existence indépendante, et qui sont appelées ainsi à jouer un rôle utile pour l'économie générale des transports. L'application d'une partie de l'excédent des produits des lignes principales de son réseau au payement des dettes contractées par ces compagnies lui fait jouer à l'égard de celles-ci un rôle analogue à celui que remplit l'ancien réseau de nos compagnies françaises par rapport au nouveau.

Résultats de l'exploitation des chemins de fer charbonniers. — A côté de la compagnie du Pennsylvania R.R., nous avons déjà signalé

au chapitre précédent l'importance de cinq compagnies faisant à la fois l'extraction et le transport en grand de la houille (*anthracite coal railroads*). Ces compagnies ont considérablement accru leur double exploitation, non seulement pendant toute la période de prospérité qui a précédé l'année 1873, mais encore pendant toute la durée de la crise qui l'a suivie.

Comptant toujours sur une reprise des affaires qui se faisait de plus en plus attendre, elles ont même cherché à tirer parti de la baisse générale des salaires pour imprimer plus d'activité à l'extraction de la houille. En même temps, après avoir acheté 75 pour 100 environ de la totalité des gisements d'anthracite de la Pennsylvanie, elles s'étaient entendues entre elles à partir de 1872 pour empêcher les prix de vente de s'avilir, et à cet effet, sous prétexte de supprimer les intermédiaires et de se mettre ainsi en mesure de livrer la houille au public à des conditions plus avantageuses, elles en ont organisé la vente pour leur compte en gros et en détail à des prix établis d'un commun accord.

Vouloir persister à maintenir, en vertu de leur monopole, les prix de la houille élevés au milieu de la dépression générale des affaires, c'était soutenir une gageure impossible. Après avoir accumulé sur le carreau des mines et dans leurs entrepôts d'énormes quantités de charbon, malgré de fréquentes interruptions de travail dans les mines occasionnées par les grèves, les compagnies associées ont dû chercher à partir de septembre 1876 à s'en débarrasser par des ventes à l'encan, où elles perdaient jusqu'à 25 pour 100 sur les prix de revient.

A la fin de cette année, la perte sur la vente des charbons était évaluée à 7 864 000 francs pour une de ces compagnies, celle du Philadelphia-Reading, qui avait continué à accroître ses extractions, pendant que les Compagnies fermières qui lui fournissaient une certaine quantité de charbon baissaient les leurs.

Après avoir donné jusqu'en 1876 des dividendes de 8 à 10 pour 100, ces cinq compagnies ont dû les suspendre complètement. Deux d'entre elles, le Central of New-Jersey et le Philadelphia-Reading, ont dû suspendre en outre le paiement des intérêts de leurs obligations.

Les trois compagnies qui ont échappé au désastre ne se sont soutenues que parce que, plus prudentes que les autres, elles ont réduit notablement leurs extractions; les cinq compagnies associées ont d'ailleurs rompu à diverses reprises l'arrangement en vertu du-

quel une part déterminée était assignée à chacune dans la production, dont le montant total variable devait être fixé d'un commun accord d'après les circonstances du marché.

Résumé. — Il nous reste à résumer l'exposé que nous venons de faire de l'organisation et de la situation financière des compagnies de chemins de fer en Amérique.

Si l'on considère tout d'abord les moyens employés par elles pour réunir les ressources affectées, soit à l'établissement, soit à l'amélioration et à l'extension des lignes, on est frappé de la variété des systèmes financiers auxquels elles ont eu recours, et des formes sous lesquelles les pouvoirs publics leur ont prêté leur assistance : travaux, subventions en argent, garanties d'intérêt, concessions de terres, souscriptions d'actions et d'obligations par les États, les comtés, les municipalités. Parmi ces divers systèmes d'assistance, celui des concessions de terre, qui attribue seulement aux compagnies une plus-value à créer par elles-mêmes, est celui qui a le mieux réussi ; les subventions en avances de fonds de toute nature accordées par les législatures ont été trop fréquemment détournées de leur destination, pour exercer sur le développement des chemins de fer une influence vraiment utile.

En second lieu, l'industrie des chemins de fer, s'appliquant fréquemment à des contrées où il n'existe encore aucun élément de trafic, présente en Amérique un caractère beaucoup plus aléatoire qu'ailleurs; cette circonstance, jointe au peu de sévérité des mœurs financières qui règnent de l'autre côté de l'Atlantique, et aux vicissitudes qu'y éprouvent la production et la colonisation, explique comment les désastres financiers y sont si fréquents. Il est à constater toutefois que ces désastres n'ont jamais eu pour résultat d'arrêter l'exploitation d'aucune ligne, bien que les pouvoirs publics se soient toujours abstenus d'intervenir pour y porter remède ; ils ont tout au plus ralenti pendant quelques années le développement des chemins de fer.

Il est évident que l'industrie des chemins de fer n'a pu faire en Amérique de si rapides progrès, et reprendre, après chacune des crises qu'elle a traversées, une si grande activité, que parce qu'elle trouvait dans les ressources naturelles du pays et dans la merveilleuse aptitude de la nation américaine à en tirer parti, des garanties de prospérité exceptionnelle. Dès à présent, les chemins de fer de

l'Union assurent aux vingt-cinq milliards de titres qu'ils représentent une rémunération dont le taux égale en année moyenne celui des capitaux engagés dans les chemins de fer anglais (4,5 pour 100), et ils ne peuvent manquer de bénéficier encore de la mise en valeur progressive des richesses du pays, et de la densité croissante de la population.

Il n'y a pas d'ailleurs peut-être de contrée où l'on doive, moins qu'en Amérique, s'attacher au taux de cette rémunération] pour apprécier la valeur économique des chemins de fer. Outre qu'ils ont pour ainsi dire créé la population même sur une partie du toire, ils sont parvenus à abaisser le prix des transports beaucoup plus que partout ailleurs, en sorte qu'on peut dire que c'est en Amérique qu'ils rapportent le plus au pays.

Nous avons vu d'autre part que le groupement des intérêts avait eu pour effet de déterminer la formation sur le territoire de l'Union d'un certain nombre de grands réseaux, différant principalement de ceux qu'on rencontre en Europe en ce qu'au lieu d'avoir des zones d'exploitation distinctes, ils se pénètrent mutuellement et se partagent tantôt à l'amiable, tantôt sous le régime de la concurrence, le mouvement de transit.

L'instabilité de ce mouvement et sa dissémination entre un nombre toujours croissant de lignes rivales tendent de jour en jour à diminuer l'importance des bénéfices qu'il peut procurer à chaque compagnie en particulier; c'est surtout en favorisant le développement de la population et de l'industrie dans les pays traversés, et en grossissant ainsi les produits du trafic local, que les grandes compagnies cherchent aujourd'hui à asseoir solidement leur prospérité financière.

Une des causes qui ont le plus contribué à compromettre cette prospérité a été longtemps la division d'intérêts existant le plus souvent entre les porteurs de titres, en grand nombre étrangers au pays, les administrateurs échappant plus ou moins complètement à leur contrôle, et le public. Les intérêts des actionnaires et des obligataires ont été fréquemment sacrifiés, soit aux intérêts particuliers des administrateurs, soit à ceux du public, dont les exigences étaient appuyées par les législatures locales. L'identification de ces intérêts ne peut être évidemment en Amérique que l'œuvre du temps; néanmoins l'accroissement de l'importance du trafic local sur les lignes qui y paraissaient le plus défavorables,

comme la ligne du Pacifique, par exemple, montre qu'elle fait des progrès, et le ralentissement momentané de la marche de la colonisation vers l'Ouest, en forçant les Compagnies de se surveiller de plus près et de s'occuper davantage d'améliorer leur exploitation pour répondre aux justes réclamations du public, n'a pas laissé d'être à ce point de vue fort utile.

Enfin, l'insuccès de l'association des *anthracite coal Companies*, combinant avec les transports de charbon l'extraction de ce combustible, prouve que s'il est désirable et même nécessaire que les chemins de fer conservent toujours le caractère d'entreprises commerciales, il ne s'ensuit pas que leur exploitation puisse être associée sans danger à des opérations commerciales de toute nature, et que les embarras financiers, que peuvent occasionner aux Compagnies les risques inhérents à ces opérations, ne sont pas suffisamment compensés par les chances de bénéfices qu'elles peuvent leur offrir.

2. CANADA.

Les chemins de fer du Canada, d'un essor plus tardif qu'aux États-Unis, ont eu en outre cela de particulier que l'intervention financière du gouvernement, au lieu d'avoir eu seulement dans leur construction un caractère temporaire, y a joué un rôle de plus en plus important, au point que tout récemment le gouvernement canadien a repris, pour l'ajouter au réseau de l'Intercolonial Railway qu'il a construit et qu'il exploite lui-même, toute une section de la principale ligne canadienne, le Grand Trunk Railway.

Cette intervention plus habituelle n'a pas eu d'ailleurs pour effet de placer les chemins de fer dans une situation plus avantageuse; en facilitant par leur assistance pécuniaire la construction des chemins de fer, le gouvernement central, celui des provinces et les administrations locales, ont contribué à multiplier les lignes concurrentes[1].

1. L'étroite presqu'île, renommée pour sa fertilité, qu'entourent les lacs Huron, Érié et Ontario est traversée dans toute sa longueur par quatre lignes dont deux, le Great Western et le Canada Southern, aboutissent aux mêmes points et sont partout presque contiguës, au point que, sur de grandes longueurs, elles ne sont séparées que par une clôture.

Les deux embranchements du Grand Trunk Railway qui traversent la presqu'île dans le même sens, s'écartent un peu plus l'un de l'autre, ainsi que des deux premières lignes; mais il suffit de jeter un coup d'œil sur la carte pour se convaincre que dans leur ensemble les quatre lignes desservent le même trafic.

Comme ce concours ne représentait qu'une partie assez faible de la dépense, et qu'il s'accordait généralement sous la forme de garantie ou de titres non susceptibles de réalisation immédiate, la plupart des chemins de fer ont été établis avant même la constitution définitive des Compagnies, c'est-à-dire, sans capitaux assurés, par des entrepreneurs, qui se chargeaient à la fois des études et des travaux, et en général de tout ce qui était nécessaire pour la mise en exploitation des lignes, et qui cherchaient tout naturellement à s'indemniser le plus largement possible de toutes leurs avances au moment où ils remettaient les lignes aux Compagnies. Ces lignes ont été ainsi grevées, au moment de leur ouverture, de charges excessives; livrées en outre le plus souvent sans être achevées, et obligées de faire face aux dépenses d'achèvement avec leurs maigres recettes, elles ont vu ces charges s'accroître rapidement, et aujourd'hui même que leurs recettes sont plus abondantes, il est rare que les énormes intérêts qu'elles doivent servir à leurs créanciers laissent place à des dividendes.

C'est en 1849 que le gouvernement du Canada a commencé à venir en aide à la construction des chemins de fer en promettant par l'acte dit « de garantie » à tout chemin de fer établi sur une longueur de plus de 70 milles (112k,70) une garantie de la moitié de son capital avec les intérêts à 6 pour 100. La Compagnie subventionnée devait servir sur ce capital le même intérêt et constituer en outre un fonds d'amortissement de 3 pour 100 pour rembourser le principal.

Cet acte, qui donnait aux Compagnies une assistance plus nominale que réelle, fut complété en 1851 par un prêt effectif fait par le gouvernement à un certain nombre de Compagnies, qui par leur réunion constituèrent le Grand Trunk du Canada; puis, pour activer l'achèvement de cette ligne comprenant l'exécution à Montréal d'un grand pont sur le Saint-Laurent, le gouvernement passa un marché direct avec les entrepreneurs Peto, Brassey et Cº.

Ce fut l'ère la plus brillante de la construction des chemins de fer au Canada; de tous côtés, les subsides offerts par les municipalités, qu'une loi spéciale (*Municipal loan fund*) autorisait à subventionner les Compagnies, et à émettre à cet effet des obligations échangeables contre des valeurs d'État (*Government debentures*) firent surgir des lignes, principalement dans le haut Canada.

Les conséquences de cette multiplication des chemins de fer,

abandonnée au caprice des administrations locales et de la spéculation, étaient faciles à prévoir. Elles ont été d'autant plus désastreuses pour les lignes du haut Canada, que ces lignes, n'ayant qu'un très faible mouvement local, et ne pouvant former chacune qu'un tronçon d'une ligne de transit, aboutissant, d'une part à Chicago, de l'autre à des ports de l'Atlantique, situés sur le territoire des États-Unis, n'étaient pas en réalité maîtresses de leur trafic, supprimé parfois plus ou moins complètement par la concurrence.

L'une des meilleures lignes du haut Canada, le Great Western Ry, s'étendant avec un parcours de 824 kilomètres du pont du Niagara à la ville de Detroit et se prolongeant vers l'Ouest par la ligne américaine de Detroit-Milwaukee, n'est pas parvenue en 1876 à couvrir ses frais d'exploitation.

Celle du Canada Southern, tombée dans les mains de la famille Vanderbilt, ainsi que nous l'avons vu plus haut, a évité ainsi une ruine complète; mais elle est devenue pour les autres lignes canadiennes un concurrent d'autant plus dangereux.

Pour le Grand Trunk Ry, comprenant à la fin de 1880 avec son prolongement sur le territoire des États-Unis vers Portland et Chicago un développement de 2154 kilomètres, et représentant aujourd'hui un capital de 458000 francs par kilomètre, le rapport de sir Henry Tyler, président de la Compagnie, pour l'exercice 1876, accusait seulement un produit net kilométrique de 4541 francs; en l'année 1880 qui peut être considérée comme une année exceptionnelle, il n'a pas dépassé 7100 francs.

A la fin de juin 1880, le Canada comptait en totalité 53 lignes ayant ensemble une longueur de 11 639 kilomètres. Le capital total s'élevait pour l'ensemble de ces lignes à 1353 millions, se décomposant ainsi qu'il suit :

	francs.
Actions ordinaires	597 530 000
» privilégiées	352 250 000
Obligations	403 306 000
	1 353 086 000

Ce capital avait été fourni jusqu'à concurrence de 440 millions environ, soit pour 24 pour 100, par des subventions se répartissant ainsi qu'il suit :

	francs.
Gouvernement fédéral	329 700 000
Province d'Ontario	11 200 000
» de Québec	42 500 000
» de Nouveau-Brunswick	13 600 000
» de Nouvelle-Écosse	4 000 000
Municipalités et divers	39 000 000
	440 000 000

Les recettes brutes pour l'ensemble des lignes ont été, pour l'exercice se terminant en 1880, de 117 807 000 francs, dont :

Voyageurs	35 382 000
Marchandises	77 534 000
Produits divers	4 891 000

Soit un produit brut kilométrique de 10 623 francs, l'exploitation ayant porté sur 11 093 kilomètres.

Les frais d'exploitation se sont élevés d'autre part à 84 200 000; le produit net a été ainsi de 3029 francs, le coefficient d'exploitation étant de 73 pour 100.

Le produit net de 33 607 000 ne représente pas plus de 2,5 pour 100 du capital engagé, et cependant l'année 1880 a été une année exceptionnellement prospère. En 1877, une des plus désastreuses, les recettes brutes ne s'étaient élevées en totalité qu'à 93 710 000.

Il est à espérer que la situation des chemins de fer canadiens s'améliorera à mesure que se peupleront les régions riches et fertiles qu'ils traversent, mais on doit considérer encore comme fort éloignée l'époque où ils pourront donner des produits sérieux.

CHAPITRE XXIX

RÉGIME LÉGAL DES COMPAGNIES DE CHEMINS DE FER

Généralités. — L'antipathie particulière à la race anglo-saxonne contre tout ce qui est réglementation, et le remarquable esprit d'initiative de la nation américaine, ont puissamment contribué au développement rapide des chemins de fer aux États-Unis, en écartant, dès l'origine, les entraves qu'ont rencontrées en d'autres pays la construction et l'exploitation des lignes ferrées.

Dès le principe, le gouvernement fédéral s'est abstenu de tout acte de juridiction sur les chemins de fer : ils ne relèvent que du gouvernement particulier de l'État où ils sont situés, et dont la souveraineté se personnifie essentiellement dans un sénat et une chambre des représentants se partageant le pouvoir législatif.

Le congrès de Washington, qui s'est réservé toutes les questions concernant les voies navigables sur tout le territoire de l'Union, a toujours respecté, en matière de chemins de fer, les prérogatives des États, et bien qu'un grand nombre de lignes s'étendent à la fois sur les territoires de plusieurs d'entre eux, chaque ligne est soumise uniquement sur chacun de ces territoires aux lois de l'État traversé. Il n'a été fait jusqu'à présent, ainsi que nous l'avons vu précédemment, qu'une exception à cette règle, justifiée par des considérations de l'ordre politique ; c'est pour les diverses lignes destinées à relier le littoral du Pacifique à la vallée du Mississipi. Encore y a-t-il lieu de remarquer que ces lignes, au moment où elles ont été concédées, traversaient chacune sur la plus grande partie de sa longueur, des territoires non encore admis au rang d'État, et qu'il a été expressément stipulé qu'elles seraient assujetties aux lois particulières des États traversés, soit déjà existants, soit à constituer plus tard.

Un autre trait caractéristique du régime légal des chemins de fer

aux États-Unis, c'est que les concessions auxquelles ils donnent lieu ont pour principe, non pas tant leur utilité publique, constatée après l'accomplissement de certaines formalités, que leur destination à un usage public. Il n'y a point, à proprement parler, d'enquête préalable où les populations sont appelées à donner leur avis sur l'utilité de la création d'un chemin de fer; on se contente d'une simple déclaration des demandeurs en concession faisant connaître leur intention d'affecter, à l'usage public, un chemin de fer à établir entre deux points déterminés.

Il suit de là que la concession (*charter*) exclut toute idée de privilège ou de monopole, et qu'elle a bien plutôt le caractère d'une autorisation ou d'une permission, que celui d'une concession dans le sens que l'on attache ordinairement à ce mot, et qui implique habituellement un contrat entre l'État et la Compagnie. Celle-ci ne reçoit pas, comme en France, à la condition de se soumettre à certaines charges, une délégation de l'État pour exercer temporairement certains droits en son lieu et place, et administrer sous sa surveillance une certaine portion du domaine public que celui-ci se réserve de reprendre plus tard; l'État ne fait aux États-Unis que donner aux compagnies de chemins de fer une investiture légale, à l'abri de laquelle elles peuvent prétendre à une existence indéfinie et à une indépendance presque complète à certains égards, en sorte qu'on a pu dire[1], qu'au point de vue légal, elles ne différaient pas essentiellement d'une société par actions pour l'exercice d'une industrie quelconque.

Par contre, ainsi que nous le verrons plus loin, si le seul fait de leur destination à un usage public confère aux chemins de fer certains droits exceptionnels, notamment celui d'expropriation[2], il les expose, pour ce qui est des tarifs, à raison de cet usage et par application des principes de l'ancienne loi anglaise (*common law*), à se voir imposer, à une époque quelconque, de nouvelles obligations par les pouvoirs publics, quelles que soient les stipulations de l'acte primitif de concession.

---

1. *Rapport de la commission des chemins de fer de l'État de Massachusetts pour l'année* 1874.

2. Dans un procès auquel a donné lieu récemment l'exercice du droit d'expropriation dans l'État de Massachusetts, il a été décidé par la cour suprême de cet État que si le fait de la concession seul n'impliquait pas d'une manière absolue pour une entreprise quelconque le droit d'expropriation, ce droit devait dériver nécessairement de sa destination à un usage public (Talbot contre Hudson).

Le contrôle des pouvoirs publics sur les Compagnies de chemins de fer doit donc être considéré comme ayant toujours existé en principe; rare au début, leur intervention a été de plus en plus fréquente, au fur et à mesure que l'importance des transports sur les voies ferrées a rendu plus impérieuses les exigences de la sécurité publique, et plus sensibles les transformations économiques opérées par les chemins de fer; mais, même aujourd'hui que le contrôle a reçu, dans un assez grand nombre d'États, un commencement d'organisation, il ne peut s'exercer que dans des conditions très imparfaites. Les commissions qui en sont chargées, composées d'un petit nombre de membres électifs, sujets à toutes les vicissitudes de la politique, et sans attributions bien définies, sont loin d'avoir, sur les Compagnies de chemins de fer, une action semblable à celle que l'État exerce en France par exemple, à l'aide d'un corps de fonctionnaires spéciaux, chargés de faire observer des règlements précis, et encadrés dans une hiérarchie qui assure à la fois la permanence et l'unité du contrôle.

On conçoit d'ailleurs facilement que l'autonomie des divers États ait concouru avec l'incohérence propre à la législation anglaise, dont les législateurs américains se sont le plus souvent inspirés, à introduire dans l'application de cette législation aux chemins de fer une grande variété. On retrouve cependant, dans la plupart des États, certaines dispositions communes.

Constitution des Compagnies. — En premier lieu, aucune Compagnie de chemins de fer ne peut exister légalement qu'en vertu d'un acte de la législature de l'État où sa ligne doit être établie. Cet acte, qui stipule en général d'une manière assez précise les conditions à remplir par la Compagnie pour se constituer et pour jouir des droits de personne civile (*incorporation*), reproduit à cet égard les dispositions usitées dans les divers États pour la formation des sociétés financières; il laisse habituellement toute liberté, tant pour le tracé et pour la construction, que pour l'exploitation.

La Compagnie est seulement assujettie, pour les acquisitions de terrain qui ne pourront se faire à l'amiable, aux décisions d'un jury qui rappelle tout à fait notre jury d'expropriation, et, pour ses tarifs de transport, à ne pas dépasser certains chiffres maximum.

L'acte de la législature définissant les conditions imposées aux Compagnies de chemins de fer a d'abord été seulement spécial dans

tous les États; c'est-à-dire qu'il s'appliquait à une ligne déterminée. Plus tard, diverses législatures, celles de Massachusetts, Pennsylvanie, New-York, Californie, entre autres, ont arrêté chacune un type de clauses et conditions s'appliquant à une ligne quelconque. Le motif qui paraît avoir dicté les lois générales est multiple; le législateur a voulu à la fois introduire plus d'unité dans la législation des chemins de fer, soustraire les concessions à l'influence des coteries (*lobbies*), qui s'organisent parfois dans les législatures pour faire un véritable commerce des concessions, et empêcher, en outre, la spéculation d'en abuser, en s'abstenant de reconnaître, par un acte seulement spécial, un droit de priorité à certaines demandes de concessions plus ou moins sérieuses.

La procédure suivie pour la constitution d'une Compagnie de chemin de fer a peu varié depuis l'établissement des premières lignes. L'acte d'incorporation autorise un certain nombre de personnes qu'il désigne (en général au moins vingt-cinq) à ouvrir, pour la ligne dont il s'agit, une souscription pendant une certaine période susceptible de prolongation, jusqu'à ce qu'elles aient réuni le montant du capital énoncé dans l'acte, qui fixe en même temps le nombre et la quotité des actions. Aussitôt qu'une fraction du capital déterminée par l'acte, habituellement au moins 10 pour 100, et rarement plus de 30 pour 100, est souscrite, et qu'il a été versé un premier à-compte de 25 francs par action de 500 francs, les commissaires de la souscription en font la déclaration, soit au gouverneur, soit à la Cour suprême de l'État, et la Compagnie forme *ipso facto* une association légale (*corporation*), ayant pouvoir d'acquérir, posséder, vendre, louer et transmettre, ainsi que d'ester en justice, jouissant en un mot de tous les pouvoirs, droits et privilèges appartenant aux corporations.

Bien qu'il soit ordinairement spécifié que les Compagnies de chemins de fer n'ont d'existence légale que pour leur objet spécial, c'est-à-dire en vue de l'établissement et de l'exploitation d'une ligne déterminée, un grand nombre de législatures, notamment celles de Pennsylvanie, Illinois, Ohio, Californie, ont cru devoir leur interdire expressément les opérations de banque. Il existe toutefois des États, celui de Georgie par exemple, où des sociétés de banque exploitent des chemins de fer.

En général, les États laissent complètement à l'industrie privée l'initiative de l'organisation des Compagnies de chemins de fer

Cependant, dans ces dernières années, où cette initiative était découragée par la crise qui pesait sur toutes les entreprises, la législature de l'État de New-York, pour favoriser l'établissement de chemins de fer secondaires, analogues à nos chemins de fer d'intérêt local, a été conduite à instituer une procédure nouvelle qui associe à la formation des Compagnies les localités intéressées.

En vertu d'une loi du 18 juin 1875, il suffit d'une pétition présentée à un magistrat de la Cour suprême de l'État par cinquante contribuables d'un comté en vue de l'établissement d'un chemin de fer, pour que les *supervisors* de ce comté (sorte de conseil général) aient à désigner cinq commissaires enquêteurs chargés de donner leur avis sur l'utilité de la ligne et sur le tracé à lui faire suivre. Ces commissaires sont en outre chargés de s'assurer du consentement des propriétaires des terrains traversés, et, en cas de contestation avec eux, trois autres commissaires, désignés par la Cour suprême, statuent définitivement sur le tracé.

Les premiers commissaires dressent ensuite, en même temps qu'une évaluation des dépenses, un projet d'organisation de Compagnie comprenant la fixation du montant du capital à réunir, le nombre des actions, le mode et la quotité des versements, ainsi que les tarifs à percevoir, et ils sont en outre chargés d'ouvrir une souscription dans une banque du comté ; dès qu'ils ont réuni vingt-cinq souscripteurs et réalisé un premier versement, dont la quotité a été fixée par ce projet, ils peuvent convoquer une assemblée pour la nomination des directeurs, et l'organisation de la Compagnie est dès lors complète.

Il ne paraît pas que l'appel fait ainsi, sous forme de disposition législative, à l'initiative des populations, ait eu beaucoup de succès dans l'État de New-York, bien qu'elles soient assez agglomérées dans certains comtés pour justifier l'établissement de nouvelles lignes.

Nomination et attributions du comité de direction. — Quelle que soit la procédure suivie pour l'organisation de la Compagnie, la première réunion des actionnaires en assemblée générale clôt la série des opérations préliminaires.

Le principal objet de cette réunion est la nomination des directeurs et du président de la Compagnie, qui doivent être pris parmi les actionnaires, et qui sont en général soumis tous les ans à la réélection.

Dans certains États, comme ceux d'Illinois et de Californie, pour

empêcher les plus forts actionnaires de dominer complètement dans les élections, on applique le vote cumulatif, c'est-à-dire que chaque actionnaire peut reporter sur un seul candidat aux fonctions de directeur tous ses votes, ou les distribuer en les groupant entre un petit nombre de candidats.

Quand un État ou une ville d'une certaine importance subventionne une ligne de chemin de fer, un certain nombre d'actions lui donne le droit de nommer un directeur additionnel, sans pouvoir toutefois concourir avec les autres actionnaires à la nomination des autres directeurs. Le comité de direction de l'Union Pacific R.R., qui a été, comme on le sait, subventionné par le gouvernement fédéral, comprend, en vertu d'un acte du Congrès du 1er juillet 1862, outre les treize directeurs nommés par les actionnaires et devant posséder chacun au moins cinq actions, deux directeurs nommés par le président des États-Unis.

Le renouvellement annuel de tous les directeurs ayant l'inconvénient d'exposer la direction de la Compagnie aux coups de main (*raids*), que tentent parfois certains spéculateurs en s'emparant de la prépondérance dans les votes par l'achat de la majorité des actions ou plutôt des mandataires des actionnaires (*proxies*), on y a substitué dans quelques États, à l'imitation de ce qui se fait en Europe, un roulement (*classification*), qui ne fait porter le renouvellement que sur le tiers ou le quart du nombre des directeurs. C'est ce qui a lieu par exemple dans l'Illinois, où l'on exige en outre, pour la validité des élections, que les votants représentent au moins les deux tiers de la totalité des actions.

D'après la loi générale sur les chemins de fer de l'État de Massachusetts, chaque action donne droit, dans les réunions générales, à un vote, mais seulement jusqu'à concurrence d'un dixième du capital-actions. Il est en outre défendu aux fondés de pouvoir de représenter plus de 50 actions, à moins qu'elles n'appartiennent à la même personne, et aucun employé salarié de la Compagnie n'est admis comme fondé de pouvoir. Les procurations ne doivent pas avoir plus de six mois de date.

Indépendamment des réunions annuelles prévues pour le renouvellement des directeurs et les redditions de comptes, des réunions extraordinaires peuvent être provoquées par un certain nombre d'actionnaires, représentant au moins le tiers ou le quart du capital-actions.

Augmentation du capital. — Les attributions du comité de direction sont en général très étendues. Outre le pouvoir de nommer tous les agents, de fixer leurs salaires et de prendre toutes les mesures nécessaires pour assurer les services techniques et financiers de la Compagnie, les premières concessions reconnaissaient au comité de direction le droit, qui a donné lieu aux plus graves abus, d'augmenter le capital social par l'émission de nouvelles actions, de contracter des emprunts, et d'engager, en garantie de ces emprunts, les propriétés de la Compagnie sans consulter préalablement les actionnaires. La plupart des législatures ont ultérieurement restreint ce pouvoir, en exigeant que l'augmentation ou la diminution du capital fût approuvée préalablement par un nombre d'actionnaires représentant au moins les deux tiers du capital-actions.

Pour sauvegarder les intérêts des actionnaires primitifs, la loi du Massachusetts exige qu'en cas d'augmentation du capital-actions, il ne soit émis, si le cours des actions dépasse le pair, que le nombre d'actions nécessaires pour réaliser au prix du cours l'augmentation projetée. La Compagnie doit aviser de ce projet les actionnaires primitifs en leur donnant un délai de trente jours pour souscrire à la nouvelle émission au prorata de leur part d'actions, et ne faire de nouvelle émission que pour la part de capital qui ne serait pas ainsi couverte. Le législateur a voulu ainsi empêcher les augmentations fictives de capital, qualifiées, ainsi qu'il a été déjà dit, d'arrosages (*watering*), au moyen desquelles certains spéculateurs, devenus maîtres de la direction d'une Compagnie, frustrent à leur profit les actionnaires plus anciens.

Émission d'obligations. — A l'égard des emprunts, on a reconnu également la nécessité de fixer des limites aux Compagnies. L'acte de concession du Pennsylvania R.R. défend à la Compagnie de contracter des emprunts supérieurs à la moitié du capital versé. La loi du Massachusetts et celle de l'Ohio permettent d'atteindre le montant du capital-actions; mais elles limitent l'une et l'autre à 7 pour 100 l'intérêt des obligations; la première exige en outre que les obligations soient remboursées dans un délai de vingt ans.

La loi de l'Illinois ne fixe pas de maximum aux émissions d'obligations, mais elle exige pour les emprunts les mêmes formalités que pour les augmentations de capital.

Celle de Californie limite les emprunts au montant du capital-actions et fixe le maximum du taux des obligations à 10 pour 100, taux de l'intérêt commercial dans cet État.

La plupart des législatures se réservent d'ailleurs la faculté d'autoriser des exceptions aux règles qu'elles ont ainsi posées, et elles en usent très largement, en sorte que, de fait, sinon de droit, la liberté d'action des Compagnies en matière d'opérations financières est à peu près complète. Ni les États dans les législatures desquels les Compagnies comptent souvent beaucoup de membres à leur dévotion, ni les assemblées générales d'actionnaires, où les actionnaires étrangers, qui forment souvent la majorité, sont le plus souvent représentés par des mandataires peu soucieux de leurs intérêts, n'exercent en définitive de contrôle sérieux sur la gestion des comités de direction des Compagnies. Ce n'est que lorsque les affaires prennent une tournure inquiétante, ou que d'autres Compagnies veulent contraindre le comité de direction à certaines mesures auxquelles il se refuse, que les assemblées générales reprennent l'exercice de leurs droits.

Il est assez singulier de voir, que la législature d'un État relativement nouveau, comme celui de Californie, ait cru devoir aggraver encore la situation des actionnaires en les déclarant responsables des dettes des Compagnies, non seulement jusqu'à concurrence de leur part d'actions non versées, mais encore sur la totalité de leur fortune personnelle. Le statut du 1er janvier 1879 dispose à cet effet, que chaque actionnaire d'une société quelconque est individuellement et personnellement responsable des dettes de la société proportionnellement à sa part d'actions. Ce n'est qu'à la condition de s'acquitter personnellement de cette part de la dette qu'il peut se libérer complètement. Cette disposition empruntée à l'ancienne législation anglaise sur les banques, en contradiction avec le principe même de l'organisation des sociétés anonymes aussi bien qu'avec les mœurs financières du pays, ne serait pas de nature à encourager les entreprises de chemins de fer en particulier, si elle pouvait être sérieusement appliquée. Il y a surtout lieu de la considérer comme une mesure comminatoire, destinée à vaincre l'indifférence des actionnaires, qui ne cesse généralement qu'à la suite de quelque désastre.

Hâtons-nous de dire que jusqu'à présent ce retour en arrière a trouvé peu d'imitateurs dans les autres États. La loi de l'État de

New-York du 2 avril 1850, encore actuellement en vigueur, limite expressément au montant du capital non versé la responsabilité des actionnaires, et elle stipule qu'elle ne pourra s'exercer qu'autant que des poursuites judiciaires auront été commencées contre la Compagnie.

Tracés et expropriations. — Le comité de direction de la Compagnie une fois légalement constitué a généralement toute liberté pour le tracé et l'exécution de la ligne. Ainsi que nous l'avons déjà vu précédemment, il n'existe pas à proprement parler d'enquête d'utilité publique. Dans quelques États seulement, ceux de Massachusetts et de New-York par exemple, des lois récentes obligent les Compagnies à porter préalablement les tracés de leurs lignes à la connaissance des intéressés.

La loi générale sur les chemins de fer du Massachusetts promulguée en 1874 exige que la Compagnie en formation, après avoir produit une carte, un profil en long et une estimation de son tracé, en même temps que des promesses de souscription atteignant au moins 31 000 francs par kilomètre pour une ligne à voie normale, et 15 500 francs pour une ligne à voie étroite, soumette dans chacune des communes traversées son tracé au conseil municipal (*select men*).

En cas d'opposition de la part de ce dernier, le tracé peut être modifié par la commission de contrôle des chemins de fer de l'État.

Il est défendu à toute Compagnie de procéder à la construction d'une ligne avant d'en avoir reçu l'autorisation de cette commission, et d'avoir fourni la preuve que la moitié au moins des frais de construction sont garantis par des personnes solvables, et qu'un versement atteignant 20 pour 100 de ces frais a déjà été opéré.

Dans l'État de New-York, la loi générale sur les chemins de fer contient également une disposition, qui institue une sorte d'enquête parcellaire. Les personnes qui croient avoir à se plaindre d'un tracé peuvent présenter à la Cour suprême de l'État une requête pour qu'il soit soumis à l'examen d'une commission, composée de trois personnes désintéressées, dont une doit être un ingénieur pratique. Si ces commissaires, soit à l'unanimité, soit à la majorité des voix, à la condition toutefois que l'ingénieur fasse partie de la majorité, proposent un changement de tracé, il peut être ordonné par la Cour.

Les Compagnies peuvent modifier ultérieurement leurs tracés, si elles y trouvent quelque avantage. La loi de certains États exige

seulement en pareil cas que la modification soit approuvée par le bureau des travaux publics (État d'Ohio). Dans l'État de New-York, les changements de tracé à la traversée des villes et des villages doivent être autorisés par les autorités du comté ou de la commune.

Les concessions limitent en général la largeur de la zone à occuper en pleine voie; le maximum de cette largeur varie entre 20 et 30 mètres.

Nous avons dit que le droit d'expropriation (*eminent domain*), dont sont investies les Compagnies de chemins de fer, s'exerçait dans des conditions analogues à celles que nous rencontrons en France. L'un des plus anciens actes de concession, celui du chemin de fer de Baltimore et Ohio, qui remonte à l'année 1828, porte qu'en cas de désaccord de la Compagnie avec les propriétaires, requête sera présentée par la Compagnie au juge de paix du comté, qui adressera au *sheriff* (principal officier de police judiciaire) une sommation (*warrant*) pour la convocation de vingt jurés; ces jurés, dans un délai de dix jours au moins, et de vingt jours au plus, procéderont, après visite des lieux, à l'évaluation de l'indemnité; douze d'entre eux, après que les parties auront exercé leur droit de récusation, formeront le jury.

Il est toutefois à remarquer que d'après la loi américaine, ces jurés sont moins des arbitres souverains en matière d'indemnité, comme le veut la loi française, que de simples experts; leur verdict doit être homologué par l'autorité judiciaire, qui, non seulement pour des vices de forme, mais encore pour des motifs quelconques, peut faire procéder à nouveau à l'évaluation des indemnités, soit par les mêmes jurés, soit par d'autres.

Dans l'État de Massachusetts, ce sont des fonctionnaires locaux, les commissaires du comté, qui procèdent à l'estimation des indemnités de terrain et de dommages en cas de désaccord entre les parties. L'une et l'autre peuvent seulement recourir au jury au cas où elles n'accepteraient pas la décision des commissaires; cet appel ne suspend pas d'ailleurs l'occupation, pourvu que la Compagnie consigne le montant de l'indemnité fixée par les commissaires[1].

---

1. Il est même spécifié dans certains actes de concession relatifs à des chemins de fer du Sud que les formalités à remplir pour la fixation et la liquidation des indemnités ne doivent pas être nécessairement préalables à l'occupation, et que les travaux ne pourront être arrêtés sous aucun prétexte, même par l'ordre des cours de justice (Portsmouth et Roanoke R.R., 1832).

Dans d'autres États, comme ceux de New-York et de Californie par exemple, le jury en matière d'expropriation a complètement disparu pour faire place à une simple commission d'expertise dont les membres sont choisis, en partie par les propriétaires expropriés, en partie par la Compagnie et par les tribunaux. La commission d'expertise de l'État de New York est composée de cinq personnes, dont quatre sont désignées par la Cour suprême de l'État parmi un nombre égal de candidats présentés par les parties, et un, par cette même Cour en dehors de ces candidats. Pour les chemins de fer d'intérêt local qui ont fait l'objet de la loi du 18 juin 1875, il y a seulement trois experts désignés par la Cour suprême.

La libéralité excessive avec laquelle les jurys d'expropriation, en Amérique aussi bien qu'en Europe, ont souvent fixé le chiffre des indemnités, n'est probablement pas étrangère à la défaveur dans laquelle paraît être tombée cette institution dans un certain nombre d'États.

Dans l'évaluation des indemnités, certaines législatures ont posé en principe qu'il y avait lieu de tenir compte de la plus-value résultant de l'établissement de la voie ferrée ; d'autres au contraire la repoussent d'une manière absolue (Illinois).

Il n'est pas fait de distinction pour la procédure relative au règlement des indemnités entre l'expropriation proprement dite, et l'occupation temporaire, dont le droit est accordé en général aux Compagnies jusqu'à une certaine distance de part et d'autre de l'axe de la ligne pour l'extraction des terres, pierres et bois nécessaires pour la construction, à l'exclusion toutefois des mines. Sur l'Union Pacific, la zone d'occupation a été limitée à 120 mètres en totalité.

En ce qui concerne les clôtures et les traversées de chemins, nous avons déjà fait connaître au chapitre IX, volume I, en quoi consistent les obligations des Compagnies. Elles sont tenues en général d'assurer aux propriétaires des terrains traversés par la voie ferrée les moyens de passer d'un côté à l'autre de la voie, sans que le nombre des passages à niveau puisse être de plus d'un par propriétaire, ni qu'il y ait lieu d'en établir aucun, quand la propriété est déjà desservie par un chemin public (concession du Baltimore et Ohio R.R.).

Le caractère public des chemins de fer, laissé de côté dans les premières concessions, a été mis en relief dans la plupart des con-

cessions ultérieures de chemins de fer dans les États de l'Est par un article ainsi conçu :

« Une fois le chemin de fer achevé, il sera considéré comme un chemin public pour le transport des voyageurs et des marchandises, lequel sera soumis, en tout ce qui concerne la circulation du matériel roulant, aux règlements qui seront faits par le président et les directeurs de la Compagnie. »

Dans cet ordre d'idées, le Congrès de Washington a décidé le 3 mars 1875, que les défilés (*cañons*), souvent fort étroits, qui s'ouvrent à travers les Montagnes Rocheuses, faisaient partie intégrante du domaine public, et qu'ils ne pourraient être monopolisés par aucune Compagnie de chemin de fer[1].

Durée et rachat des concessions. — La perpétuité des concessions, admise tout d'abord par la plupart des États, qui en avaient emprunté le principe à la législation anglaise, sans cesser d'être le fait le plus général, a été rejetée pour certaines lignes construites principalement avec le concours financier des États.

C'est ainsi que pour le Central Pennsylvanien, commencé ainsi que nous l'avons vu par l'État de Pennsylvanie, il a été stipulé que cet État pourrait le racheter au bout d'une période de vingt ans en remboursant à la Compagnie le montant de toutes ses dépenses de construction avec les intérêts comptés au taux de 8 pour 100, et déduction faite du montant de tous les produits perçus pendant la même période, le rachat pouvant d'ailleurs être ensuite ajourné pour une nouvelle période de vingt années.

De même, l'État de Michigan, en cédant à une Compagnie particulière la ligne du Michigan Southern, dont il avait entrepris la construction en 1849, s'est réservé la faculté de racheter la ligne à un prix déterminé d'après le cours des actions de la Compagnie augmenté de 10 pour 100.

1. Cette décision a été rendue à l'occasion d'une contestation survenue entre les Compagnies du Denver et Rio Grande et d'Atchison, Topeka et Santa-Fé, qui se disputaient le passage à travers le grand Cañon de l'Arkansas, par lequel on accède du bassin du Mississipi dans celui du Rio-Grande. La première de ces Compagnies, qui avait commencé des travaux de terrassement dans ce défilé, a été autorisée tout d'abord à les continuer, mais, quand il s'est agi de poser la voie, elle a dû s'arrêter jusqu'à ce que la question du passage commun eût été réglée par les tribunaux. La décision prise par ceux-ci en 1879 est d'ailleurs devenue sans objet, la ligne du Rio-Grande ayant été affermée par la Commission de l'Atchison, Topeka et Santa-Fé R.R.

Dans l'État de Massachusetts, la loi générale de 1874 a stipulé en faveur de l'État la faculté de racheter toutes les lignes, à la condition de rembourser aux Compagnies le capital dépensé augmenté des intérêts au taux de 10 pour 100 à partir du premier versement des actions. Le rachat peut en outre être fait à une époque quelconque en prévenant un an à l'avance, moyennant un prix à déterminer par trois experts à la nomination de la Cour suprême, de la décision desquels il peut-être appelé devant un jury nommé par cette Cour.

Les lois générales des États d'Illinois et de Californie, qui remontent aux années 1861 et 1870 ont étendu à toutes les Compagnies de chemins de fer à établir désormais dans ces États la nécessité du renouvellement des concessions au bout d'une période de cinquante ans, sans toutefois rien stipuler en ce qui concerne les conditions de ce renouvellement.

La tendance générale paraît être en définitive aujourd'hui plutôt vers les concessions à durée limitée que vers les concessions perpétuelles, qui sont en désaccord avec les idées qui commencent à avoir cours en Amérique sur les droits de l'État à l'égard des chemins de fer.

Lois destinées à prévenir le monopole et la coalition des Compagnies de chemins de fer. — Dans le but de favoriser la concurrence entre les lignes de chemins de fer, la plupart des États ont tout d'abord interdit dans les actes de concession la fusion entre les Compagnies exploitant des lignes parallèles. Les lois générales sur les chemins de fer des États de New-York et d'Illinois n'admettent le droit de fusion que pour les Compagnies dont les lignes sont dans le prolongement l'une de l'autre; la fusion peut être alors prononcée par les assemblées générales des deux Compagnies, consultées séparément, à la majorité des voix. Mais en réalité, l'obstacle légal opposé à la fusion des Compagnies, qui est l'issue presque inévitable de la lutte engagée entre deux chemins de fer concurrents, a toujours été sans valeur, une Compagnie pouvant acheter toutes les actions d'une autre ou affermer l'exploitation de son réseau pour une durée quelconque. La durée du bail d'affermage étant le plus souvent de neuf cents quatre-vingt-dix-neuf ans, c'est comme si la nouvelle Compagnie exploitante se substituait définitivement à l'autre.

De plus, certaines législatures, celle de l'État de New-York, par exemple (Acte du 12 avril 1855), autorisent expressément en pareil cas la Compagnie exploitante à acquérir les actions de la Compagnie propriétaire, et à émettre en échange un montant égal de ses propres actions à des conditions débattues entre les deux Compagnies ; les directeurs de la première, quand la plus grande partie du capital-actions est ainsi passée entre ses mains, peuvent devenir les directeurs de la seconde. Il suffit en définitive que le mot de fusion ne soit pas prononcé, pour que la chose puisse exister, quelle que soit la situation relative des deux Compagnies, qu'elles soient concurrentes ou non.

Aussi les lois les plus récentes relatives aux chemins de fer, celle de Californie par exemple, autorisent-elles la fusion en n'y mettant d'autre condition que le consentement des trois quarts des actionnaires, la prise en charge par la nouvelle Compagnie de tout le passif des deux Compagnies fusionnées, et la publication préalable du projet de fusion, dont copie doit être notifiée pour enregistrement au secrétaire d'État.

Pour lever en outre tous les obstacles que pourrait rencontrer le prolongement des lignes de chemins de fer à travers les territoires de plusieurs États, la plupart des législatures ont admis que le seul fait de l'incorporation d'une Compagnie de chemin de fer dans un premier État la rendait apte à exercer les droits conférés aux Compagnies de chemins de fer dans les autres États, à la condition de se conformer pour cet exercice aux lois de chaque État[1].

Dans l'État de Massachusetts la loi générale des chemins de fer se contente de soumettre la fusion d'une Compagnie de cet État avec celle d'un autre État à l'approbation de la législature, et les marchés d'exploitation conclus en pareil cas, à l'approbation de la commission de contrôle des chemins de fer.

Une clause spéciale réserve en général aux compagnies nouvelles qui viendraient à se former, le droit de se raccorder avec les lignes déjà concédées, à des conditions à fixer à l'amiable entre elles ou par les tribunaux.

Il est arrivé parfois que des États, financièrement intéressés à l'établissement de certaines lignes, ont interdit la construction d'autres

1. Lois des États de Pennsylvanie, Ohio, New-York, Massachusetts, etc.

lignes dans l'étendue d'une certaine zone. C'est ainsi que l'acte d'incorporation du Michigan Southern R.R. porte interdiction d'établir aucune ligne nouvelle à une distance de celle-ci de moins de 8 kilomètres, sur une certaine partie de la ligne, et de 32 kilomètres sur d'autres parties.

La législature de l'État de New-York, pour protéger contre la concurrence des chemins de fer les canaux dont il est propriétaire, et en particulier le canal Érié, avait introduit dans la loi générale du 2 avril 1850 sur les chemins de fer une clause en vertu de laquelle tout chemin de fer, parallèle à un canal de l'État et distant de moins de 48 kilomètres de ce canal, devait payer à l'État, sur toutes les marchandises transportées autres que le bagage des voyageurs, les droits que payaient ces marchandises sur le canal. Mais ces droits protecteurs ont dû être supprimés dès l'année suivante, et aujourd'hui, c'est par l'abaissement progressif des droits de navigation sur les canaux, que l'État de New-York cherche à mettre la navigation en mesure de lutter avec les chemins de fer.

Déchéance des concessions. — La plupart des actes de concession contiennent une clause de déchéance de la concession, si les travaux ne sont pas commencés dans un certain délai (en général de deux à trois ans) et achevés dans une dizaine d'années. Il ne paraît pas que cette clause ait été plus souvent appliquée qu'en Europe. Nous avons d'ailleurs eu fréquemment à constater déjà que, surtout dans ces dernières années, la construction des chemins de fer avait été poussée avec une activité qui rendait rares les occasions d'appliquer cette clause, et nous avons vu que la faillite même d'une Compagnie, survenue pendant l'exécution des travaux, ne faisait que transporter le titre de la concession à ses créanciers, sans empêcher de poursuivre l'achèvement de la ligne commencée.

Contrôle de l'exploitation. — L'utilité du contrôle des pouvoirs publics sur l'exploitation, soit technique, soit commerciale, dont il n'était pour ainsi dire pas question dans les premiers actes de concession, n'a commencé à être appréciée que depuis une dizaine d'années, lorsque les Compagnies et le public, à la suite de la période de surexcitation pendant laquelle la construction des chemins de fer avait reçu un développement excessif, eurent à se préoccuper des conséquences de leur multiplication inconsidérée, qui mettait

une foule d'intérêts en lutte, en portant les Compagnies à se faire une concurrence ruineuse dans certaines directions, et à chercher à s'indemniser par des tarifs exagérés dans celles où elles n'avaient point à craindre de compétition. Cette nouvelle situation a déterminé les législatures de divers États, non seulement à intervenir plus fréquemment dans les questions de tarifs et de police intérieure, mais encore à constituer des commissions de contrôle, chargées de veiller d'une manière permanente à l'exécution de leurs décisions, de résoudre au besoin les difficultés que cette exécution pourrait présenter, et de produire des rapports annuels sur la situation des Compagnies[1].

L'État de Massachusetts est un de ceux où l'organisation du contrôle, qui remonte à l'année à 1868, est la plus ancienne, et où elle paraît avoir donné les meilleurs résultats, grâce à l'esprit libéral de la commission de contrôle, dont les rapports annuels sur la situation générale des chemins de fer jouissent en Amérique d'une grande autorité et contiennent souvent des aperçus d'un vif intérêt. A l'exemple de cette commission, organisée sur le modèle de la commission anglaise des chemins de fer, d'autres commissions, composées comme elle de trois membres, ont été ensuite établies dans un grand nombre d'États.

La commission du Massachusetts est en quelque sorte une commission d'enquête permanente sur les chemins de fer ; elle n'a point qualité pour imposer aux Compagnies des règlements ou des décisions; elle se borne à faire des enquêtes, des rapports et des recommandations; elle propose à l'occasion à la législature des lois nouvelles, et saisit l'autorité judiciaire par l'intermédiaire de l'avocat général de l'État, des cas de violation des lois existantes[2].

---

1. A la fin de l'année 1879 il existait des commissions de contrôle des chemins de fer dans les États de Maine, New-Hampshire, Massachusetts, Rhode-Island, Connecticut, Virginie, Caroline du Sud, Ohio, Michigan, Illinois, Wisconsin, Minnesota, Iowa, Missouri, Californie. A cette même date, l'État de Georgie venait également d'instituer une commission semblable, qui, aux termes de la loi, devra toujours comprendre parmi ses trois membres un ingénieur et un jurisconsulte : le troisième membre est seul destiné à y représenter l'élément politique.

2. Les attributions de la commission des chemins de fer du Massachusetts, dont les trois membres sont nommés annuellement par le gouverneur de l'État, sont définies par le loi générale de 1874 ainsi qu'il suit :

La Commission exercera son contrôle sur tous les chemins de fer : elle examinera les conditions dans lesquelles ils sont exploités au point de vue de la sécurité et de la commodité du public ; elle avertira les Compagnies des infractions à la loi commises par

A l'égard des Compagnies, elle exprime moins l'action du gouvernement que celle de l'opinion publique, entourée des lumières qu'elle puise dans les connaissances techniques et l'expérience des membres de la commission; l'autorité de cette Commission, pour être surtout morale, n'en est pas moins efficace dans un grand nombre de cas, pour prévenir des abus, écarter des réclamations mal fondées, et introduire des réformes utiles.

Dans les autres États, les attributions des Compagnies de contrôle ont plus ou moins le même caractère. Là seulement où il n'existe qu'un seul agent de contrôle, comme dans les États de Pennsylvanie et de New-York (*state engineer and surveyor*), le rôle de ce fonctionnaire se réduit à celui de simple rapporteur sur la situation des chemins de fer.

Réglementation de l'exploitation technique. — En ce qui concerne l'exploitation technique, le soin d'en régler les détails reste tout naturellement dévolu aux Compagnies. C'est à peine si quelques législatures des États de l'Est ont de temps à autre prescrit un certain nombre de mesures dont l'expérience avait fait reconnaître la nécessité. On trouve, par exemple, dans l'acte législatif du 2 avril 1850 (État de New-York), des articles prescrivant :

1° De faire porter aux conducteurs et autres employés des trains et des stations un signe distinctif (prescription trop rarement exécutée) ;

2° D'adopter pour la marche des trains des heures régulières, et

---

leurs employés et, si ces infractions continuent, elle les déférera à l'avocat général de l'État.

La commission signalera les réparations et changements à faire subir tant aux ouvrages fixes qu'au matériel roulant, les modifications à opérer aux stations, aux tarifs, à la marche des trains ; elle examinera les réclamations des municipalités et des particuliers et les transmettra aux Compagnies avec ses observations.

La commission fera des enquêtes sur tous les accidents : elle pourra requérir des Compagnies tous les renseignements dont elle pourrait avoir besoin sur l'exploitation, les marchés, et les opérations de toute espèce, et leur prescrire un mode de tenue uniforme pour tous leurs comptes. Elle présentera un rapport annuel à la législature sur la situation de chaque Compagnie.

Sur la demande d'un nombre d'actionnaires suffisant pour représenter le cinquième du capital-actions d'une Compagnie, ou la même proportion de ce capital en obligations, la commission fera un examen de sa situation financière dont elle publiera le résultat dans les journaux.

Elle pourra en tout temps avoir communication de la liste des actionnaires.

La commission des chemins de fer sera payée par les Compagnies de chemins de fer de l'État, qui supporteront chacune une partie du traitement de ses membres proportionnelle au montant de sa recette brute.

d'établir des installations convenables pour le transport des marchandises et des voyageurs, ainsi que des moyens de correspondance commodes avec les trains des autres Compagnies;

3° D'appliquer le système du *chéquage* à l'enregistrement des bagages, avec obligation de payer aux voyageurs une indemnité de dix dollars, quand l'objet *chéqué* ne pourra être retrouvé, et de rembourser en outre en ce cas au voyageur le prix de sa place;

4° De placer les wagons de marchandises en avant des voitures à voyageurs dans les trains mixtes;

5° D'annoncer l'approche des trains aux passages à niveau au moyen de la cloche ou du sifflet de la locomotive à 400 mètres de distance au moins en avant de ces passages;

6° De ne prendre les mécaniciens et autres agents que parmi les personnes sachant lire.

La loi générale du Massachusetts, datant de 1874, reproduit ces dispositions avec diverses prescriptions additionnelles relatives principalement aux mesures de sécurité à observer au passage des ponts tournants, des ponts supérieurs, des croisements, et aux passages à niveau ordinaires, en donnant mission à la commission des chemins de fer de dresser à ce sujet des règlements.

Cette loi, à l'exemple de la loi anglaise, défend en outre aux Compagnies de livrer à l'exploitation aucune ligne, avant que la réception en ait été faite par la commission des chemins de fer, qui doit constater qu'elle satisfait à toutes les exigences de la sécurité.

Une disposition qui lui est particulière est relative aux stations: elle stipule que, quand une station aura été ouverte au public pendant cinq ans, elle ne pourra plus être abandonnée, ni moins bien desservie que les autres stations, qu'avec le consentement de la municipalité intéressée et de la commission des chemins de fer.

La loi plus récente (1877) de l'État d'Illinois a édicté un certain nombre de prescriptions nouvelles accusant une tendance marquée à imposer aux Compagnies des obligations plus étroites en ce qui concerne l'exploitation technique.

Les Compagnies sont tenues d'établir des stations dans toutes les villes ou villages traversés, comptant plus de 500 habitants, de construire le long de la voie des clôtures assez solides pour empêcher les bestiaux d'y pénétrer, d'enlever sur le parcours de la voie les gazons morts et les herbes sèches susceptibles de communiquer l'incendie.

En cas de refus de construire ou de réparer les clôtures, les intéressés peuvent y pourvoir d'office et faire payer à la Compagnie le double de la dépense avec les intérêts comptés à un pour 100 par mois, sans préjudice des dommages-intérêts à fixer par les tribunaux.

Tout mécanicien coupable d'avoir volontairement mutilé des animaux rencontrés sur la voie est passible d'une amende égale à la valeur de l'animal, et éventuellement de la prison ; s'il ne fait que les effrayer, il peut encore être condamné à une amende de 50 à 250 francs.

Nous signalerons enfin, parmi les prescriptions les plus récentes imposées à l'exploitation dans divers États : la défense faite aux trains de démarrer sans un avertissement donné par la cloche ou le sifflet, et de franchir sans arrêt préalable les ponts et les croisements ; l'obligation de s'arrêter à chaque station le temps nécessaire pour prendre et laisser des voyageurs sans compromettre leur sécurité ; celle d'avoir au moins un garde-frein pour deux wagons et un garde-frein en queue dans les trains de marchandises, à moins que les freins ne soient manœuvrés de la locomotive ; de munir les wagons de systèmes d'attelages perfectionnés, dits de sûreté ; de poster des gardes avec des signaux aux passages à niveau réputés dangereux par les autorités locales ; le pouvoir donné à certains agents des Compagnies d'exercer, quand ils sont de service, des attributions de police et de concourir à l'arrestation des voyageurs.

Ces diverses prescriptions ne sont jamais observées bien rigoureusement.

Il n'existe pas, en général, dans les différentes lois sur les chemins de fer, de prescriptions relatives à l'établissement de systèmes de signaux. Certaines d'entre elles se contentent de soumettre les signaux à l'approbation de la commission des chemins de fer.

Il est d'ailleurs, à remarquer que les actes de concession n'imposent, en général, aucune charge aux Compagnies au profit, soit du Gouvernement fédéral, soit de l'État particulier où elles sont constituées. Ces actes ne contiennent aucune stipulation en faveur de certains services publics : transport des dépêches, des troupes ou des prisonniers, comme en France.

La concession du chemin de fer du Pacifique, où de pareilles stipulations paraîtraient d'autant plus naturelles que le gouverne-

ment fédéral a accordé à la Compagnie une forte subvention en argent, réserve seulement au gouvernement un droit de priorité pour ses transports de troupes et de matériel de guerre, en n'assignant d'autre limite au prix de ce transport que le tarif maximum payé par les particuliers. Le service de la poste fait par le gouvernement fédéral donne lieu à des traités de gré à gré avec les Compagnies; en cas de désaccord, les tarifs applicables à ces transports sont réglés par les tribunaux[1]. Les Compagnies de chemins de fer n'ont en définitive d'obligations qu'à l'égard du public, non envers l'État.

Tarifs. — Le chapitre des tarifs est un de ceux où s'accusent le plus les changements survenus dans l'opinion publique sous l'influence des circonstances.

Certaines concessions, remontant à une époque plus ou moins éloignée, se bornent à fixer des tarifs maximum par mille et par personne ou par tonne de marchandises. Dans la concession primitive du Baltimore et Ohio R.R., on trouve par exemple l'indication d'un tarif maximum kilométrique de 0 fr. 09 par voyageur ou par tonne de marchandises; ce tarif a été dès l'année 1836 augmenté sur la demande de la Compagnie. Dans divers États de l'Ouest, le Missouri, l'Iowa, le Wisconsin, il n'a été imposé à l'origine aucun maximum aux Compagnies.

Pendant très longtemps, l'absence de toute limitation, aussi bien que les limitations stipulées dans les concessions, auxquelles, ainsi que le fait remarquer la commission des chemins de fer du Massachusetts dans un de ses rapports annuels, on n'attachait pas plus d'importance qu'aux lois limitatives du taux de l'intérêt, ne paraissent avoir excité aucune réclamation, soit du public, soit des Compagnies.

Les plaintes ont commencé à surgir à partir du commencement de la crise commerciale survenue en 1873, qui se traduisit, comme on le sait, par une baisse générale des prix, et par un ralentissement des transports sur toutes les lignes, ralentissement d'autant plus

1. D'après le dernier rapport du directeur général des postes, ce service rapporte en moyenne à chaque Compagnie de chemin de fer 388 francs par kilomètre exploité, soit deux pour 100 de la recette kilométrique moyenne brute sur l'ensemble des lignes américaines.

accentué que les lignes concurrentes s'étaient multipliées, et que les chemins de fer avaient étendu jusque dans les régions encore inhabitées de l'Ouest le rayon de la production agricole.

Dans les États de l'Est, où l'activité des transports, bien que diminuée, continuait à emprunter au trafic local des éléments assez importants, les Compagnies de chemins de fer, qui étaient généralement dans une bonne situation financière, avaient trop d'intérêt à ménager les populations et les industries, pour jeter par de brusques variations de tarifs une nouvelle cause de perturbation dans les affaires; elles puisaient en outre dans le pays même une partie de leurs capitaux, et possédaient elles-mêmes un grand nombre d'usines, pour lesquelles le bon marché des transports était une condition d'existence, et dont elles devaient tenir à ne pas aggraver la situation. On ne pouvait, par conséquent, songer à imputer aux Compagnies de chemins de fer de cette région la cause de souffrances dont elles avaient leur part.

Dans les États de l'Ouest, où la spéculation avait, pour attirer la colonisation, entrepris à l'aide de capitaux étrangers un grand nombre de lignes confinant à de véritables déserts, l'exploitation de ces lignes, n'ayant d'autre aliment que les expéditions de céréales provenant d'un petit nombre de fermes établies sur leurs parcours, devait tendre, rien que pour faire ses frais, à percevoir sur ces expéditions les plus hauts tarifs possibles, sauf sur les points où elles avaient à soutenir leur concurrence réciproque, ou celle des voies navigables.

Granger's movement. — Ces tarifs élevés, très inégalement répartis et coïncidant avec un grand avilissement du prix des céréales dans les ports de l'Est, excitèrent en 1872, dans les États de Wisconsin, d'Iowa, de Minnesota et dans une partie de celui d'Illinois, où s'étaient surtout construites ces nouvelles lignes de vives réclamations, qui donnèrent lieu à l'agitation connue sous le nom de *Granger's movement.*

Sur un grand nombre de points, les agriculteurs organisèrent des réunions, pour protester contre les prétentions exorbitantes des Compagnies de chemins de fer et pour solliciter l'intervention des législatures, auxquelles ils demandaient, soit de forcer les Compagnies à abaisser leurs tarifs, soit d'établir de nouvelles lignes à prix réduits. Ils en appelèrent même au Congrès, pour imposer aux

Compagnies des tarifs réduits pour les transports entre les divers États, pendant que, dans chaque État, la législature spéciale réduirait les tarifs locaux.

Fixation de tarifs maximum. — Sous l'impression des réclamations des Grangers, les législatures de la plupart des États de l'Ouest se décidèrent à intervenir, pour fixer, sur toutes les lignes de chaque État, des tarifs maximum, tant pour le transport des marchandises que pour le transport des voyageurs.

Déjà, quelques années aupararavant, dans les États d'Ohio (1870) et d'Illinois (1871), on avait mis à l'essai ce système de réglementation, mais sans succès. Dans l'Ohio, le commissaire chargé du contrôle des chemins de fer constatait, dans son rapport pour l'année 1871, qu'il n'y avait pas dans cet État de chemin de fer exploité en vertu, soit d'une loi spéciale, soit de la loi générale, sur lequel les limites légales ne fussent dépassées, et il émettait l'avis que la stricte application des tarifs maximum conduirait un certain nombre de Compagnies à suspendre leur exploitation.

Dans l'Illinois, où il paraît n'avoir existé, jusqu'en 1870, d'autres restrictions à l'élévation des tarifs que celles dont on pouvait puiser, le principe dans l'ancienne législation anglaise ou *common law*, on avait profité du vote d'une nouvelle constitution pour déclarer les chemins de fer chemins publics, et pour investir, en conséquence, la législature de la mission de fixer des tarifs limites, de prohiber les tarifs de préférence (*discrimination*), et de réprimer les exagérations de tarifs (*extorsion*), en établissant des pénalités qui allaient jusqu'à la déchéance même des concessions. Une commission de contrôle avait été en même temps constituée pour la mise en vigueur de la législation nouvelle sur les chemins de fer.

On aura une idée des réductions exagérées imposées aux tarifs des Compagnies par les lois de maximum, désignées dans l'État de Wisconsin sous le nom de *Potter's laws*, par ce fait, que les tarifs limites par tonne et par kilomètre étaient fixés à 0 fr. 06 pour les 240 premiers kilomètres et à 0 fr. 038 pour les 240 kilomètres suivants, tandis qu'ils étaient en moyenne à la même époque de 0 fr. 20 dans le Connecticut, 0 fr. 14 dans le Maine, 0 fr. 13 dans le Massachusetts, c'est-à-dire trois fois plus élevés dans les États de l'Est, où les chemins de fer, en raison de leur trafic beaucoup plus

considérable, pouvaient se montrer beaucoup moins exigeants en matière de tarifs.

On comptait que l'application des nouveaux tarifs décrétés dans le Wisconsin aux transports effectués par la grande Compagnie du Chicago et North Western R.R. ne lui aurait pas fait perdre moins de 8 millions de francs par an, et aurait converti en déficit son peu de bénéfice net.

Sur la protestation des Compagnies de l'État de l'Illinois, qui excipèrent des droits qui leur avaient été reconnus par les constitutions antérieures, et qui refusèrent de se soumettre aux nouveaux statuts, ces statuts furent déclarés inconstitutionnels par la Cour suprême de l'État, mais seulement en ce qu'ils interdisaient dans l'application des tarifs les préférences considérées d'une manière générale, au lieu de proscrire seulement les préférences injustes (*unjust discrimination*). La Cour reconnaissait d'ailleurs à la législature le droit d'exiger que les tarifs fussent dans tous les cas « raisonnables », et elle estimait qu'il y avait lieu, en cas de désaccord sur ce point, de faire trancher la question par un jury.

La législature de l'Illinois réforma en conséquence sa loi en 1873, et, pour ne pas engager sa responsabilité dans la question des tarifs, elle renonça à fixer une fois pour toutes les tarifs par voie législative. Une nouvelle loi proclama que les tarifs devraient toujours être « raisonnables », et appliqués « sans préférences injustes. » Cette loi chargeait la commission de contrôle de dresser un tableau de classification des différentes lignes avec des tarifs maximum pour chacune, de manière à fixer le sens qu'on devait attacher à la qualification de « raisonnable, » et elle définissait les cas où il pouvait y avoir présomption de préférence injuste ou d'exagération, et où il y aurait lieu de poursuivre les Compagnies devant les tribunaux. Le jury devait statuer définitivement sur la poursuite, et prononcer une amende graduée d'après le nombre et l'importance des violations de la loi.

Un maximum de tarifs fut en même temps imposé aux élévateurs à grains de Chicago, au nombre de quatorze, appartenant à neuf Compagnies différentes. Bien que ces établissements fussent des propriétés particulières, ne jouissant absolument d'aucun privilège, la législature de l'Illinois crut devoir, au nom de l'intérêt public, pour prévenir les effets de la coalition qui pouvait se former entre les neuf Compagnies, soumettre aussi leurs tarifs à son contrôle.

Les législatures des États producteurs de blé, Iowa, Minnesota, Wisconsin, ayant suivi l'exemple de celle de l'Illinois, les Compagnies de chemins de fer et les Compagnies propriétaires d'élévateurs finirent par saisir la Cour suprême des États-Unis d'une protestation contre des mesures qui, portant atteinte à l'usage légitime de leur propriété, leur paraissaient en contradiction avec l'amendement 14 de la constitution des États-Unis, portant qu'aucun État ne pourra priver personne soit de la vie, soit de la liberté, soit de sa propriété sans procès régulier, ni refuser à personne la protection des lois dans l'étendue de sa juridiction.

La Cour suprême des États-Unis a repoussé ces protestations par des motifs tirés de la loi anglaise, telle qu'elle existait avant l'émancipation des États-Unis. D'après cette loi, dite *Common law*, les pouvoirs publics auraient toujours le droit de limiter les tarifs perçus par les entrepreneurs de transports publics (*Common carriers*), les portefaix, boulangers, meuniers, maîtres de quai, aubergistes, et de réglementer en général l'usage d'une propriété privée, dès que cet usage peut affecter l'intérêt public.

Il est assez singulier de voir que c'est en définitive par un retour à la loi barbare du maximum, qui a disparu de la plupart des législations modernes, et en particulier de la loi anglaise depuis 1827, non par la considération du caractère contractuel des actes de concession, que l'on en est venu aux États-Unis à régler les difficultés soulevées par l'application des tarifs. Il est toutefois juste de dire que la décision de la Cour suprême n'a été prise qu'à une faible majorité, et que les membres de la minorité ne se sont pas fait défaut de signaler, dans leur avis donné séparément, suivant l'usage admis en Amérique en cas de dissentiment parmi les juges, les abus de pouvoir et les injustices que pourrait couvrir le principe invoqué par leurs collègues, auxquels ils opposaient cet autre principe, que la limitation des tarifs ne peut se justifier que par la concession d'un monopole; d'où ils concluaient que les Compagnies ne jouissant en définitive d'aucun monopole, puisque l'État ne les protégeait, ni contre leur concurrence réciproque, ni contre celle des autres voies de transport, devaient être placées sous le régime du droit commun pour ce qui est de leurs tarifs, soumis au jeu de l'offre et de la demande, comme les prix de toutes les marchandises.

En fait, l'esprit de modération des commissions de contrôle,

chargées de l'application des lois nouvelles, d'ailleurs plus flexibles que les lois primitives en ce que l'exagération des tarifs était devenue dans chaque cas particulier une affaire d'appréciation, les dispositions conciliantes des Compagnies, qui ont fait disparaître de leurs tarifs les inégalités les plus vexatoires, et qui ont fini même par les réduire d'une manière générale, grâce aux économies réalisées dans leur exploitation, enfin les progrès accomplis par l'opinion publique, mieux éclairée sur la situation réelle des Compagnies de chemins de fer et sur la légitimité de leurs exigences, et rassurée d'ailleurs par l'aspect plus favorable des affaires dans ces dernières années, tout a concouru à désintéresser les populations de l'application rigoureuse des lois sur les tarifs. Dans l'Iowa même, où le mouvement des Grangers avait rencontré beaucoup d'adhérents, après avoir fait d'abord établir par la législature des tarifs maximum sur chaque ligne, on a fini par en restreindre l'application aux voyageurs, et l'on s'est contenté, pour les marchandises, d'assurer à tous les expéditeurs des conditions égales à égalité de circonstances.

Dans l'État de Massachusetts, on s'est borné à stipuler, dans la loi générale de 1874, que les tarifs arrêtés par les Compagnies seraient en tout temps sujets à la révision du pouvoir législatif et des commissaires qu'il déléguerait à cet effet.

La loi sur les chemins de fer de l'État de New-York a judicieusement subordonné l'abaissement des tarifs par la législature à la situation financière des Compagnies, en n'admettant cet abaissement que dans le cas où leur revenu net dépasserait 10 pour 100 du capital d'établissement. Mais les Compagnies ont toujours éludé l'application de cette clause par l'opération déjà décrite, qui consiste à accroître, d'une manière plus ou moins fictive, leur capital (*watering*).

Il existe une difficulté qui, alors même que l'on admettrait en principe la réglementation des tarifs dans chaque État, empêcherait de l'établir sur des bases équitables; elle résulte de l'indépendance complète des divers États. Dans l'économie générale des tarifs d'une Compagnie dont le réseau embrasse plusieurs États, les tarifs perçus dans un État ne peuvent être séparés des tarifs perçus dans un autre État; comment chaque législature, ou la commission qui la représente, pourrait-elle avoir égard à cette solidarité entre les diverses parties d'un réseau? Comment en outre

admettre qu'alors que, pour les transports à l'intérieur d'un même État, des règles sont imposées aux Compagnies, il n'en existe pas pour les transports entre divers États?

Reagan bill. — Il est vrai de dire que le mouvement d'opinion, qui avait eu pour résultat de fortifier presque partout le contrôle législatif sur les chemins de fer, a fini par décider le Congrès fédéral lui-même à se préoccuper d'étendre, aux communications entre les divers États, l'application de ce contrôle. Un projet de loi intitulé : *Acte pour régulariser les communications entre États et pour réprimer les préférences injustes dans l'application des tarifs de transport*, a été soumis, en 1878, à la Chambre des représentants qui l'a adopté. Cette loi, connue sous le nom de *Reagan bill*, devait contenir les dispositions suivantes :

1° Interdiction de toute préférence injuste pour la réception, le transport, l'emmagasinage et la délivrance des marchandises, et de toute interruption, arrêt ou transbordement non justifié, ayant pour effet de nuire à la continuité des transports;

2° Suppression de toutes remises, réfactions et commissions;

3° Défense de fractionner les charges complètes de wagons, et de partager les transports entre les lignes concurrentes en répartissant entre elles les produits, soit bruts, soit nets, des transports;

4° Défense de percevoir un tarif plus élevé pour un parcours plus court que pour un parcours plus long;

5° Obligation de publier des tableaux de tarifs indiquant, pour les diverses classes de marchandises et pour les différents parcours, les prix de transport, les frais de réception, remise, transbordement, manutention et magasinage, et de ne changer ces tableaux qu'en prévenant au moins cinq jours à l'avance, avec défense de s'écarter soit en plus, soit en moins des tarifs ainsi publiés.

Il était d'ailleurs bien entendu qu'aucune de ces dispositions ne pouvait atteindre les transports ne dépassant pas les limites d'un même État.

Ce projet de loi, avec ou sans amendement, n'a pas reçu jusqu'à présent la sanction du Sénat, dont le « comité pour les questions commerciales » a été saisi de nombreuses protestations de la part des Compagnies de chemins de fer. M. Fink, commissaire général du syndicat des grandes Compagnies de l'Est, appelé à diverses re-

prises devant ce comité, n'a pas eu de peine à démontrer l'inefficacité de ce projet pour remédier aux abus qu'il visait.

Ainsi que le faisait remarquer M. Fink, les principales Compagnies, obligées de régler leurs prix de transports d'après ceux des voies navigables dont elles avaient à soutenir la concurrence, étaient déjà d'accord pour la mise en vigueur de tarifs uniformes et rationnels; le mal dont on se plaignait provenait surtout de la difficulté d'assurer complètement leur application, tant qu'il était loisible à une Compagnie faisant partie du syndicat de rompre cet accord; le bill projeté, qui n'interdisait nullement les guerres de tarifs, ne pouvait améliorer en rien cette situation, ou plutôt il ne pouvait que l'aggraver, en ce qu'il prohibait entre les lignes concurrentes les arrangements pour le partage des transports, qui étaient plutôt favorables que nuisibles au public, parce qu'ils ôtaient aux compagnies tout motif de recourir soit aux préférences injustes, soit aux exagérations de tarifs, aussi bien qu'aux fractionnements de chargements et aux transbordements inutiles.

M. Fink concluait à ce qu'il ne fût retenu du bill projeté que les dispositions interdisant les préférences injustes et prescrivant la publicité des tarifs, complétées par l'obligation pour les Compagnies d'avoir des tarifs communs sur tous les points où elles étaient en concurrence, et de soumettre ces tarifs à une commission d'experts désignés par le gouvernement fédéral, qui donnerait force de loi aux décisions de cette Commission, les questions sur lesquelles ils n'arriveraient pas à s'entendre devant être résolues par des arbitres dont la décision leur donnerait la même force.

L'intervention du gouvernement fédéral devait être limitée, bien entendu, aux questions à trancher entres des lignes concurrentes traversant plusieurs États. Aux commissions de chemins de fer de chaque État demeurait réservé, comme par le passé, le contrôle sur les lignes qui n'offrent pas ce double caractère.

Il est certain que le système de réglementation proposé par M. Fink, par cela seul qu'il accepte comme un fait d'expérience l'impossibilité d'une concurrence permanente entre les chemins de fer, est beaucoup plus pratique que celui du Reagan bill, qui ne tient aucun compte de ce fait[1]. Dès lors qu'à raison de cette impossi-

1. La raison économique de ce fait peut, comme on le sait, se formuler ainsi qu'il suit: Le règlement des prix par la concurrence suppose que l'offre peut à chaque instant se

bilité de la concurrence, les tarifs des chemins de fer doivent être soumis au contrôle des pouvoirs publics, il vaut mieux pour la facilité et l'efficacité de ce contrôle, que les Compagnies s'accordent à l'avance pour s'assujettir à des règles uniformes et communes, établissant entre elles une certaine solidarité d'intérêts et de responsabilité à l'égard du public. Dans tous les États d'Europe, y compris l'Angleterre, la fusion des Compagnies et leur association sous forme de syndicats n'ont fait que faciliter à cet égard la tâche des gouvernements, et il n'est pas douteux que la transformation analogue qui tend à se faire en Amérique n'ait les mêmes conséquences.

Il y a lieu de reconnaître toutefois, que l'établissement d'une commission fédérale de contrôle rencontre un obstacle sérieux dans l'organisation politique de l'Union, qui laisse, ainsi que nous l'avons marqué plus haut, une indépendance complète à chaque État en matière de réglementation des chemins de fer. A moins de changer cette dernière organisation, l'action de la commission fédérale pourrait être tenue en échec par la résistance des Compagnies

---

proportionner à la demande. Ce n'est pas le cas pour les transports par chemins de fer : chaque ligne constitue un instrument de transport, dont la puissance est, il est vrai, très élastique, mais qui ne peut être retiré du marché des transports, quand celui-ci est encombré. L'exploitation d'une nouvelle ligne qui fait double emploi avec une autre ligne déja existante ne pouvant avoir d'autre conséquence que d'accroître le prix de revient des transports sur l'ensemble des deux lignes, le seul moyen qu'il y ait de réduire cet accroissement consiste à fusionner les exploitations, de manière à en diminuer les frais généraux et à répartir les transports entre les deux lignes de la manière la plus économique ; cette fusion est par cela même inévitable, et partant, la suppression de la concurrence l'est aussi.

L'impossibilité d'une concurrence permanente et directe entre les Compagnies de chemins de fer pour les transports ayant les mêmes points de départ et d'arrivée n'exclut pas d'ailleurs la possibilité d'une action exercée indirectement sur leurs prix de transport par la concurrence qui porte sur les produits similaires amenés par plusieurs lignes de lieux de production ou d'entrepôts différents à un même marché. Le jeu de l'offre et de la demande, intervenant alors sur ce marché pour régler le prix de vente de ces produits, réagit sur les divers éléments qui entrent dans la composition du prix de revient, parmi lesquels figure le prix de transport.

Les Compagnies qui participent au transport de ces produits sont intéressées à en favoriser le développement par des abaissements de tarifs, bien que, dès que les besoins du marché dépassent la production de la région qu'elles desservent chacune, aucune d'elles ne puisse espérer accaparer ce transport.

Par cela même que dans ce cas les lignes de chemins de fer, desservant des populations et des intérêts bien distincts, ne peuvent faire double emploi, elles n'ont plus les mêmes motifs de fusionner.

Le groupement des chemins de fer en un certain nombre de réseaux distincts est en définitive la situation qui, en offrant aux Compagnies le plus de garanties de stabilité, et en associant le plus étroitement leurs intérêts à ceux des populations desservies, s'adapte le mieux à la seule concurrence durable et réellement profitable à l'intérêt général que comportent les chemins de fer.

exploitant des lignes situées complètement à l'intérieur d'un seul État.

Il faudrait en venir à étendre, par une modification de la constitution fédérale, la juridiction de la commission supérieure à toutes les lignes de chemins de fer en général, et l'on ne parviendrait pas même dans ce cas à mettre les tarifs à l'abri de toutes les perturbations, à cause de l'impossibilité de les imposer aux Compagnies étrangères, celles du Canada, par exemple, qui font aux Compagnies américaines une concurrence très active.

Le fonctionnement d'une commission fédérale de contrôle trouverait un autre obstacle dans la constitution actuelle des divers réseaux et du personnel des Compagnies, organisées en vue de se faire la concurrence, au lieu d'exploiter chacune, comme dans d'autres pays, une région distincte. La concurrence effective fait généralement place, il est vrai, à un partage de trafic opéré, soit complètement à l'amiable, soit par des arbitres de leur choix; mais elles n'accepteraient pas aussi volontiers les décisions d'une commission gouvernementale, et, si elles se sont déclarées jusqu'à ce jour impuissantes pour obtenir de leurs agents l'exécution des conventions réglant ce partage et fixant des tarifs communs, il n'est pas à espérer que l'intervention du gouvernement fédéral serait à cet égard plus efficace.

L'organisation, soit d'un contrôle permanent et embrassant tous les détails de l'exploitation, comme celui qui existe en France, soit d'une sorte de tribunal des chemins de fer intervenant seulement pour la solution des différends entre les Compagnies ou entre elles et le public, comme celui qui existe en Angleterre, aurait en définitive à faire face à des conditions toutes différentes de celles des chemins de fer dans ces deux pays.

Étant donnée enfin la situation actuelle des chemins de fer aux États-Unis, il n'est pas bien sûr qu'il y ait bénéfice, soit pour le public, soit pour les Compagnies à faire intervenir le gouvernement fédéral dans leurs affaires, où celles-ci ont joui jusqu'à ce jour d'une pleine autonomie. Pour les transports à de grandes distances, la concurrence des voies navigables et la crainte de voir surgir d'autres lignes rivales paraissent suffire pour prévenir les abus de la coalition entre les Compagnies; ceux-ci n'ont jamais acquis une gravité réelle que pour les transports à de petites distances, sur lesquels le contrôle des commissions de surveillance

nstituées dans chaque État peut seul s'exercer avec une réelle efficacité.

D'autre part, les Compagnies peuvent toujours porter devant les tribunaux les cas de violation des conventions qu'elles ont passées entre elles, dès que ces conventions n'ont rien d'illégal, et la sanction gouvernementale n'ajouterait rien aux moyens dont la justice ordinaire dispose pour les réprimer.

En dernier lieu, les hommes les plus compétents en ces matières, et M. Fink lui-même, dans leurs dires devant le Comité spécial des chemins de fer, nommé au sein du Congrès, ont conclu à ce que, pour le moment, on devait se contenter d'instituer une commission d'enquête, chargée d'étudier les diverses questions économiques et commerciales se rattachant à l'exploitation des chemins de fer, et de soumettre les résultats de ses études au Congrès. Ils pensent que, pour faire cesser les plaintes contre les chemins de fer, plutôt que d'édicter des lois dont les prescriptions seraient aussi difficiles à préciser que l'exécution à poursuivre, il convient avant tout d'éclairer l'opinion publique, dont l'action sera beaucoup plus efficace sur les Compagnies, pour réprimer le petit nombre d'abus réellement susceptibles d'appeler de sérieuses réformes.

Résumé. — En résumé le régime légal des Compagnies des chemins de fer aux États-Unis, issu de la législation anglaise, et fixé dans ses principaux traits en ce qui concerne l'organisation des Compagnies, n'est pas encore sorti, quant au contrôle de l'exploitation par les pouvoirs publics, de la période expérimentale.

De l'absence de tout contrôle, on est successivement passé au contrôle intermittent du pouvoir législatif, puis au contrôle permanent par des agents spéciaux. Pour ce qui est en particulier des tarifs, abandonnés tout d'abord complètement à l'arbitraire, la réaction qui s'est opérée dans l'opinion publique, et qui, à un certain moment, a dépassé le but, a fait attribuer aux pouvoirs publics des droits plus étendus à certains égards qu'en France, où le gouvernement n'a jamais exigé des Compagnies qu'elles réduisissent leurs tarifs au-dessous des limites stipulées dans leurs concessions ; mais les législatures ont fini par ne faire de ces droits qu'un usage très modéré, la médiation officieuse exercée entre le public et les Compagnies par les Commissions de contrôle qu'elles ont instituées étant généralement suffisante pour faire cesser les conflits.

Il n'est pas d'ailleurs à craindre que l'intervention gouvernementale prenne jamais aux États-Unis, autrement que d'une manière très momentanée, un caractère abusif. Outre que les Compagnies, depuis qu'elles ont cessé de se faire la guerre entre elles, sont généralement disposées à donner aux exigences légitimes du public les satisfactions nécessaires pour rendre cette intervention inutile, les Américains sont trop ennemis de toutes les restrictions et de toutes les mesures préventives susceptibles d'entraver leur liberté, fût-ce même dans l'intérêt de leur sécurité, et ils redoutent trop l'intervention de la politique dans les affaires, pour consentir jamais à une réglementation trop étroite des chemins de fer. A plus forte raison sont-ils éloignés de les faire racheter ou exploiter par l'État, qui serait moins capable en Amérique que partout ailleurs de les administrer, avec un personnel dont le recrutement suivrait les fluctuations de la politique, et pourrait être dirigé par de tout autres considérations que celles de l'aptitude et de la valeur réelle des candidats.

Canada.

Au Canada, les actes d'incorporation des Compagnies de chemins de fer reproduisent avec un petit nombre de modifications les dispositions tant anciennes que nouvelles de la législation anglaise sur cette matière. Depuis l'année 1859, une loi générale régit en outre tous les chemins de fer, indépendamment de l'acte spécial d'incorporation qui doit autoriser la formation de chaque Compagnie.

Cette loi n'impose pas en général aux Compagnies, pour ce qui est de leur constitution et de leur gestion financière, des obligations plus rigoureuses que les lois en vigueur aux États-Unis ; mais, suivant le principe qui prévaut aujourd'hui dans la législation anglaise, elle exige qu'elles donnent à toutes leurs opérations plus de publicité. D'autre part, au lieu de les soumettre tout d'abord au contrôle du pouvoir législatif, comme dans les divers États de l'Union, la loi canadienne a placé les chemins de fer sous la surveillance immédiate d'une commission composée dans chaque province du ministre des finances, du receveur général, du commissaire des travaux publics, et du maître général des postes, assistés de trois inspecteurs. Ces inspecteurs doivent approuver tous les projets relatifs à la construction des chemins de fer et procéder à leur réception ; ils peuvent ordonner toutes les réparations et change-

ments qu'ils jugent nécessaires, interdire au besoin la circulation des trains, et prescrire en général toutes les mesures qu'ils croient convenables dans l'intérêt de la sécurité, sous le contrôle de la commission supérieure.

Pour ce qui est des tarifs, la fixation en appartient aux Compagnies ; elles sont toutefois tenues de leur donner une publicité suffisante, et de les faire approuver par le gouverneur en son conseil. Une clause réserve en outre à la législature le droit de les abaisser dans le cas où le profit net de la Compagnie dépasserait 15 pour 100 du capital engagé.

La double obligation pour les Compagnies de fournir toutes les facilités raisonnables pour les transports qui empruntent plusieurs lignes, et d'offrir partout des conditions égales au trafic, a fait, en 1861, l'objet d'un article additionnel, imité de la législation anglaise.

Signalons enfin, comme trait particulier à la législation du Canada, la suppression du jury en matière d'expropriation, remplacé par trois experts dont deux sont nommés par les parties, et un troisième par les deux premiers, et le droit réservé à la législature de dissoudre les Compagnies à une époque quelconque.

Nous avons déjà vu que le gouvernement du Canada ne s'est pas contenté d'assurer le contrôle de l'organisation et de la gestion des Compagnies; qu'il leur est en outre venu largement en aide, et qu'il a fini par prendre lui-même en main la construction et l'exploitation de certaines lignes.

Le régime légal des chemins de fer au Canada se rapproche en somme plus de celui de l'Angleterre que de celui des États-Unis. La tutelle plus étroite exercée par le gouvernement canadien sur les chemins de fer a été d'ailleurs complètement inefficace pour prévenir les conséquences désastreuses de leur multiplication trop rapide, qu'il avait imprudemment encouragée par une assistance plus libérale que judicieuse.

NEUVIÈME PARTIE

CHEMINS DE FER A VOIE ÉTROITE

CHAPITRE XXX

CONDITIONS GÉNÉRALES D'ÉTABLISSEMENT

INTRODUCTION.

On sait que la substitution de la voie étroite, d'un mètre environ et au-dessous, à la voie habituelle de $1^m,44$ de largeur, a été appliquée en Europe à la construction d'un certain nombre de chemins de fer à faible trafic, où elle a permis de réduire assez les dépenses pour les mettre en rapport avec les recettes.

L'établissement du petit chemin de fer, devenu classique, du Festiniog, dans le pays de Galles, a servi de point de départ à la création d'une série de lignes du même genre, qui ont généralement donné de bons résultats, et les encouragements donnés en particulier en France, par l'État et quelques grandes Compagnies, à cette création, ne peuvent manquer de contribuer à les développer. Néanmoins ce développement ne pourra jamais y être qu'assez limité, eu égard à l'extension déjà considérable des lignes à voie ordinaire, auxquelles il est rare que les lignes restant encore à construire ne se soudent pas à leurs deux extrémités; ce qui ne permet guère de songer à leur donner une autre largeur de voie. Des considérations d'un ordre particulier, politiques, militaires ou autres, peuvent d'ailleurs exercer une influence prépondérante en faveur de l'uniformité de la voie. Il est plutôt à prévoir que c'est sous la forme de tramways établis sur les routes déjà existantes que les chemins de fer à voie étroite s'étendront maintenant en France.

En Amérique, où les populations, disséminées sur de vastes espaces, n'offriront encore de longtemps au trafic dans un grand nombre d'États qu'un bien faible aliment, et où, pour résoudre la question des transports économiques, plus importante que partout ailleurs en raison des grandes distances à parcourir, on avait le champ complètement libre, il semblerait que l'on eût dû s'emparer immédiatement des moyens qu'offrait la voie étroite, de l'avis de certains ingénieurs, de construire et d'exploiter à peu de frais les chemins de fer. Ce n'est qu'en l'année 1871 cependant qu'elle a commencé à faire son apparition dans les États-Unis et au Canada, où elle fut importée par des ingénieurs anglais.

Cette introduction, tardive et fort restreinte au début, de la voie étroite dans l'Amérique du Nord, a d'autant plus lieu de surprendre, que la plus grande variété de voies y a toujours existé; seulement, pendant que, sous l'influence d'idées condamnées aujourd'hui en Europe depuis le mémorable débat entre Brunel et Stephenson, et parfois aussi de préoccupations politiques, on y admettait diverses largeurs de voie toutes supérieures à la largeur normale de $1^{m},44$, personne ne s'était avisé d'essayer d'une largeur moindre. Le rapide développement de la population sur presque tous les points de l'Union avant la guerre de Sécession, la conviction, une fois cette guerre terminée, que les affaires et la colonisation allaient reprendre avec une activité plus grande que jamais, enfin les conditions relativement très économiques, quand on les compare aux chemins de fer européens, dans lesquelles ont été établis la plupart des chemins de fer en Amérique, peuvent expliquer jusqu'à un certain point comment cet essai ait pu être longtemps considéré comme inopportun.

Ce n'est qu'après la crise de 1873, qui a succédé à la période d'activité fiévreuse pendant laquelle on avait construit jusqu'à 12 400 kilomètres de chemins de fer en une seule année, que la voie étroite a été adoptée sur une grande échelle, pour ramener, par la perspective d'une meilleure proportion à établir entre les dépenses de premier établissement et les recettes, les capitalistes vers les entreprises de chemins de fer tombées en discrédit.

Il s'est ainsi produit, en faveur de la voie étroite, un mouvement d'opinion qui dure encore aujourd'hui, malgré la cessation de la crise financière, et qui gagne du terrain dans un certain nombre d'États.

Toutefois la voie étroite a trouvé, en même temps que des partisans enthousiastes, disposés à en généraliser le plus possible l'ap-

plication, des adversaires déclarés, qui ont prétendu qu'elle ne faisait que créer un obstacle de plus à l'unification si désirable de la voie, sans pouvoir offrir, au point de vue de l'économie, des avantages bien réels sur la voie large, convenablement simplifiée et exploitée. La discussion entre les deux partis ne paraît pas près de se clore ; il est même certain que, posée dans des termes généraux et absolus, la question n'est pas susceptible de solution.

Quoi qu'il en soit, les chemins de fer à voie étroite sont encore en voie de s'étendre partout, aussi bien dans les États de l'Est et du Nord que dans ceux de l'Ouest et du Sud, et s'il n'y a pas lieu de croire que cette extension ait pu remédier sérieusement aux maux dont l'industrie des chemins de fer a eu à souffrir pendant la dernière crise, il n'en est pas moins intéressant d'étudier dans leurs raits principaux les chemins de fer à voie étroite, qui, dans un certain nombre de cas, ont été, il faut le reconnaître, heureusement appropriés aux circonstances locales, et peuvent être parfois considérés comme ayant résolu, avec un plein succès et une notable économie, des difficultés dont la voie normale n'eût pas permis de se tirer facilement au début.

Au commencement de l'année 1880, sur un total de 150 707 kilomètres exploités tant aux États-Unis que dans les provinces britanniques de l'Amérique du Nord, les chemins de fer à voie étroite figuraient pour un chiffre de 8699 kilomètres, soit pour 5,8 pour 100, se répartissant ainsi qu'il suit :

États-Unis, 7709 kilomètres sur un total de 139 260 kilomètres, soit 5,5 pour 100.

Provinces britanniques, 990 kilomètres sur un total de 11 447 kilomètres, soit 8,7 pour 100.

Ceux des États de l'Union qui comptent le plus de chemins à voie étroite sont les suivants :

Utah où il en existe	642	kilom.	sur un total de	953	kilom.	soit	67,4 %
Colorado	»	1051	»	»	1943	»	54,1 %
Nevada	»	354	»	»	1159	»	30,6 %
Ohio	»	1361	»	»	8889	»	15,3 %
Texas	»	533	»	»	4171	»	12,8 %
Californie	»	306	»	»	3542	»	8,6 %
Tennessee	»	196	»	»	2737	»	7,1 %
Pennsylvanie	»	400	»	»	9769	»	4,1 %
Indiana	»	264	»	»	6979	»	3,8 %
Iowa	»	283	»	»	7692	»	3,7 %
Illinois	»	447	»	»	12200	»	3,6 %

En l'année 1879, sur 7132 kilomètres de chemins de fer nouvellement construits, il y a eu 1486 kilomètres construits à voie étroite, soit 20.8 pour 100.

CARACTÈRES GÉNÉRAUX DES CHEMINS DE FER A VOIE ÉTROITE.

Si l'on examine tout d'abord la distribution des chemins de fer à voie étroite sur l'ensemble des divers États de l'Union, au point de vue topographique, on constate qu'il en existe aussi bien dans des régions à sol presque complètement plat, comme dans l'Illinois, l'Iowa, l'Indiana, le Minnesota, le Texas et une partie de l'Ohio, que dans les pays montagneux comme le Colorado et l'Utah. On trouve, d'autre part, la voie étroite appliquée aux conditions de trafic les plus diverses : tantôt au transport exclusif des voyageurs, comme dans le Massachusetts et l'État de New-York, tantôt au transport des produits, soit minéraux, comme dans la Pennsylvanie, le Colorado et l'Utah, soit agricoles, comme dans l'Illinois, l'Iowa, le Minnesota, tantôt enfin à des transports mixtes, où l'importance des deux éléments du trafic, voyageurs et marchandises, est à peu près la même, comme sur diverses lignes du Canada et de l'Ohio.

On ne paraît pas s'être préoccupé, dans la plupart des cas, des inconvénients qu'il pouvait y avoir à intercaler, entre les mailles déjà serrées des réseaux formés par les lignes à voie normale, des lignes d'une largeur de voie différente. On a vu surtout, dans l'adoption de la voie étroite, un moyen d'arriver plus économiquement à desservir le trafic local, là où il n'y avait pas à compter sur le transit, et cela souvent sans en bien peser les avantages et les inconvénients, ni sans être guidé par des évaluations comparatives bien sérieuses du coût d'établissement et d'exploitation des deux systèmes de voies.

Largeur de voie. — En ce qui concerne la largeur de voie, l'accord s'est établi généralement aux États-Unis pour la fixer à 3 pieds ($0^m,915$). C'est à cette largeur de voie que se sont arrêtés les ingénieurs partisans de la voie étroite, réunis en congrès (*convention*) à Saint-Louis (1873) et à Cincinnati (1878).

On trouve bien quelques lignes établies avec une largeur de 3 pieds 1/2 ($1^m,067$) au Canada, où l'on a pris modèle sur les chemins

de fer de Norwège, construits avec cette largeur, une ou deux lignes de 2 pieds ($0^m,61$) et 2 pieds 1/2 ($0^m,76$), comme celle de Billerica à Bedford (Massachusetts), qui ne paraît avoir eu jusqu'à présent qu'un caractère expérimental, et celle de Gauley-Kanawha (Virginie occidentale), de 5 kilomètres et demi de longueur, servant uniquement au transport du charbon ; mais ce sont des exceptions.

Courbes. — Ce qui fait que la voie étroite est souvent très économique à établir, c'est la facilité qu'elle donne pour diminuer le rayon des courbes, de manière à permettre de contourner des contreforts qu'autrement on serait obligé d'entamer. Nous avons vu que, sur la voie large, on ne descendait guère pour le rayon des courbes au-dessous de 200 mètres sur les lignes à fort trafic, ni au-dessous de 100 mètres sur les lignes secondaires ; en réduisant ces rayons proportionnellement aux largeurs de voie, pour conserver à la voie la même flexibilité, on arrive à des rayons de 125 et 63 mètres. C'est à peu près entre ces limites que varie le rayon minimum des courbes, quand on passe des pays moyennement accidentés à ceux qui le sont le plus. On se tient généralement au-dessus de 125 mètres, dans le Canada, le Kansas, l'Illinois, et on ne trouve des rayons de 60 mètres que dans des régions très tourmentées, comme certaines gorges des Alleghanies en Pennsylvanie, et les cañons des Montagnes Rocheuses et du Nevada, où l'on descend même, sur certaines lignes (Colorado Central R.R.), jusqu'à 56 et 48 mètres.

De si courts rayons ne peuvent toutefois être adoptés qu'au préjudice du matériel roulant et de la voie, dont ils accélèrent notablement l'usure.

On doit reconnaître, d'ailleurs, que la flexibilité du matériel américain donne le moyen de tirer un parti plus complet de la voie étroite, que le matériel rigide européen.

Inclinaison des déclivités. — Par cela même qu'il rend possible des tracés plus sinueux, l'emploi de la voie étroite donne plus de facilité pour se développer en rampe ; il permet donc de se maintenir plus aisément dans les limites d'inclinaison admises pour la voie large.

En fait, on n'a pas dépassé, sur les lignes américaines à voie étroite, les plus grandes déclivités acceptées pour celle-ci, ainsi

qu'on peut le voir par le tableau suivant, où nous avons réuni, pour les lignes à voie étroite les plus importantes, les rayons minima des courbes et les inclinaisons maxima des déclivités :

NOMS DES LIGNES.	RAYON MINIMUM DES COURBES.	INCLINAISON MAXIMA PAR MÈTRE.
	mètres.	mètres.
Toronto, Bruce et Nipissing (Canada)......	125	0,017
Ile du Prince Édouard (Canada)...........	120-171	0,014
Kansas Central (Kansas)..................	133	0,014
Parker et Karns City (Pennsylvanie).......	65	0,018
East Broad Top (Pennsylvanie)............	100	0,029
Bell's Gap (Pennsylvanie)............	60	0,029
North Pacific Coast (Californie)...........	75	0,022
Spring Grove (Ohio)............	78	0,040
Denver et Rio Grande (Colorado)..........	58	0,040
Colorado Central (Colorado)...............	56 et 48,50	0,023 et 0,035
Utah Northern (Utah)....................	96	0,017-0,045-0,056
Cairo et Saint-Louis (Illinois).............	115	0,02

Profils en travers; ouvrages d'art. — Si, sur les lignes à voie normale, on borne en général les terrassements à ce qui est indispensable pour la pose de la voie, à plus forte raison procède-t-on de la même manière, quand il s'agit de la voie étroite, dont le choix est uniquement motivé par l'économie. En général, la largeur de la plate-forme ne dépasse pas, pour les lignes de $0^m,915$ de largeur de voie, en remblai, $3^m,60$, en déblai, $4^m,80$. Cette dernière largeur descend même jusqu'à $3^m,60$ sur certaines lignes du Colorado, où, en raison de la résistance des roches à extraire, on avait un intérêt particulier à réduire les terrassements. Il existe également en Pennsylvanie des lignes construites avec $2^m,75$ de plate-forme en remblai : celle de Parker et Karns City, par exemple.

Quant aux ouvrages d'art, la largeur libre qu'ils présentent dépend essentiellement de la largeur du matériel roulant, laquelle, ainsi que nous le verrons plus loin, varie dans certaines limites : sur la ligne de Boston et Revere Beach (Massachusetts), où les voitures ont une largeur intérieure de $2^m,50$, on rencontre à la sortie de Boston un petit souterrain de $3^m,60$ de largeur libre et $5^m,40$ de hauteur.

Voie. — **La considération d'économie qui fait le plus souvent supprimer le ballast sur les lignes à voie normale au début de**

leur exploitation, le fait à plus forte raison ajourner sur la voie étroite; cependant on rencontre un certain nombre de chemins à voie étroite ballastés, principalement au Canada et en Pennsylvanie.

Quant aux traverses, dont l'espacement est habituellement le même que pour la voie large, soit $0^m,61$, la longueur en est réduite à $2^m,00$ et $1^m,80$ sur beaucoup de lignes, soit environ à deux fois la largeur de la voie, et l'équarrissage varie entre $0^m,15 \times 0^m,15$ et $0^m,125 \times 0^m,20$; sur certaines lignes, les traverses, de forme très souvent irrégulière, ne coûtent pas plus de 1 franc à 1 fr. 50 la pièce.

Le Congrès des ingénieurs partisans de la voie étroite, qui s'est tenu en octobre 1878 à Cincinnati, a recommandé pour les traverses les dimensions de $1^m,83 \times 0^m,15 \times 0^m,20$, comme susceptibles de concilier dans la mesure convenable l'économie avec la stabilité de la voie.

Pour ce qui est des rails, dont le moindre poids devait constituer, d'après les promoteurs de la voie étroite, un des principaux éléments de l'économie à réaliser avec ce système de voie, un des premiers profils appliqués, celui du Denver et Rio-Grande R.R., ne dépassait pas tout d'abord par mètre courant $14^k,7$ (t. I, p. 384). On a même construit récemment dans l'Ohio une petite ligne, celle de Toledo et Maumee, dont le rail par mètre courant ne pèse pas plus de $12^k,5$, bien que l'écartement des traverses soit, comme dans le cas précédent, de 61 centimètres.

La pratique générale est de se régler, pour la résistance à donner aux rails, sur les conditions de l'exploitation. On admet habituellement qu'on peut, pour un écartement de traverses de $0^m,61$, se contenter d'un rail en fer pesant de 15 kilogrammes à $17^k,50$ par mètre courant, à la condition de ne pas dépasser 3 tonnes pour la charge maxima par roue.

La Convention de Cincinnati, déjà citée, a proposé d'établir, entre le poids des machines et celui des rails, tout en maintenant l'écartement normal des traverses, l'échelle de proportion suivante :

POIDS TOTAL de DE LA MACHINE.	NOMBRE de ROUES MOTRICES.	CHARGE par ROUE MOTRICE.	POIDS DU RAIL par MÈTRE COURANT.
tonnes.		tonnes.	kilog.
16	4	2 3/4	15,0
18	4	3	17,5

Sur un assez grand nombre de lignes à voie étroite, les exigences du trafic ont conduit à augmenter parallèlement le poids des machines et des rails. Nous citerons, par exemple, les lignes de Peach-bottom et d'East broad top en Pennsylvanie, où le poids des machines dépasse 20 tonnes, et où le poids des rails a été porté jusqu'à 25 kilogrammes par mètre courant; celle du Denver et Rio-Grande R.R., où les machines pèsent maintenant jusqu'à 35 tonnes, et où les rails en acier ont un poids de 20 kilogrammes; la ligne à voyageurs de Boston, Lynn et Revere beach, où le poids du rail est de 25 kilogrammes, et où le poids des machines a été dès les premières années supérieur à 20 tonnes; celles du Canada, où un fait analogue s'est produit.

On peut dire toutefois, que toutes ces lignes n'ayant pas tardé à développer leur trafic dans une proportion qui aurait pu motiver de prime abord l'adoption de la voie normale, sortent des conditions auxquelles la voie étroite est surtout applicable, et que le poids de 20 kilogrammes pour le rail en acier n'est pas dépassé en général même pour les lignes à voie normale et à faible trafic.

Stations. — La prétention des partisans de la voie étroite étant surtout de donner satisfaction d'une manière plus économique au trafic local, on conçoit que, bien qu'à égalité de trafic cette voie entraîne dans les garages une plus grande longueur de voies accessoires, les stations puissent y être plus simplement installées que pour la voie large, lorsque le trafic est peu développé. Leur espacement dépend d'ailleurs évidemment de la manière dont sont disséminés les centres de population.

Sur beaucoup de lignes de Pennsylvanie et des autres États de l'Est, où l'industrie manufacturière occupe une population nombreuse, il ne dépasse pas de 2 à 3 kilomètres; il est beaucoup plus considérable dans les Etats à peine colonisés de l'Ouest, où la distance des stations est portée à 9 et 10 kilomètres en moyenne; il y a même sur la ligne de Denver et Rio-Grande des stations espacées de 19 kilomètres.

Sur certaines lignes faisant un véritable service de tramways analogue à celui de nos chemins de fer routiers, il n'y a pas de station; les trains s'arrêtent en un point quelconque de la ligne. Telle est par exemple la petite ligne de Toledo et Maumee, longue de 13 kilomètres, qui est exploitée par des trains mixtes, sans autres stations que les stations terminales.

Il va sans dire, que, sur les lignes à voie étroite, beaucoup de stations sont réduites à de simples haltes (*flag stations*), sans aucun personnel sédentaire, et que les bâtiments, le plus souvent en bois, ont un caractère tout provisoire.

Matériel roulant. — Un des principaux avantages mis en avant en faveur de la voie étroite consiste dans la possibilité de faire le matériel de transport beaucoup plus léger. Il n'est pas douteux que sur les lignes de faible trafic à voie normale il ne fût possible d'obtenir le même résultat; mais il y aurait un certain danger à alléger ce matériel par suite des avaries auxquelles l'exposerait son mélange avec le matériel plus robuste et plus lourd des lignes à grand trafic; les économies réalisées dans la construction du matériel se trouveraient bientôt absorbées par la réparation de ces avaries.

L'isolement des lignes à voie étroite fait que l'allègement du matériel n'y offre pas le même danger.

Voitures à voyageurs. — Tout d'abord les constructeurs ont cherché à réduire les dimensions des pièces entrant dans la construction des wagons plutôt que leur capacité utile.

C'est ainsi qu'il a été construit et qu'il se construit encore (pl. XXVI, fig. 5 à 8) des voitures à voyageurs ayant une largeur de $2^m,50$, soit de 40 centimètres seulement inférieure à celle des voitures à voie normale, et contenant, avec une longueur de $11^m,80$ à $12^m,60$, inférieure seulement d'environ un mètre à celle des voitures ordinaires, 49 places, c'est-à-dire presque autant de places que ces dernières voitures, disposées de la même manière, mais plus étroites.

Une modification de cette disposition adoptée sur le Boston et Revere beach R.R. porte même le nombre des places à 56, non sans incommodité pour les voyageurs, en intercalant entre les deux séries de sièges perpendiculaires à la longueur de la voiture, séparés par le couloir central, des sièges adossés aux parois longitudinales.

Sur un grand nombre de lignes, où l'on s'attache moins aujourd'hui à accroître la capacité des voitures que leur stabilité, leur largeur a été notablement réduite.

Le type de voiture à voyageurs le plus usité est celui qui est recommandé par la Convention de Cincinnati et qui comporte:

Longueur	$12^m,20$
Largeur intérieure	$2^m,13$
Hauteur	$2^m,28$

Cette voiture contient 36 voyageurs et pèse 7t,2. Elle est divisée suivant la longueur en deux parties, à double siège d'un côté, à simple siège de l'autre, où les doubles sièges et le siège unique changent de côté à partir du milieu du wagon, pour rétablir l'équilibre.

Les *sleeping cars* se rattachent au même type ; ils sont à simples couchettes.

On a fini par s'arrêter pour la plate-forme des wagons à une hauteur uniforme de 81 centimètres au-dessus du niveau des rails, soit d'environ un tiers moindre que celle adoptée sur la voie normale, comme répondant sensiblement aux mêmes conditions de stabilité, lorsqu'on passe de l'une à l'autre voie.

Wagons à marchandises. — Pour les wagons à marchandises, on s'était exagéré également dans le principe l'importance de la capacité, et l'on était ainsi arrivé à construire des wagons contenant sensiblement le même poids utile que les wagons de la voie normale et n'ayant à vide que le tiers du poids des mêmes wagons, ainsi que le montre le tableau ci-contre, se rapportant au matériel du Denver et Rio-Grande R.R., en regard duquel nous avons rappelé les dimensions, poids et capacités des wagons à voie normale.

Aujourd'hui on paraît se préoccuper davantage d'approprier la capacité des wagons à voie étroite aux besoins du trafic local par un fractionnement convenable des charges portées par les wagons de la voie normale, et d'accroître leur durée par une construction plus solide.

La Convention de Cincinnati a proposé à cet effet de réduire à 6 tonnes la charge des wagons, tout en les construisant de manière à peser 3 tonnes, de telle sorte que trois de ces wagons puissent exactement porter la charge de deux wagons de la voie large avec un poids mort moindre de moitié ; avec cette modification du rapport du poids mort au poids du chargement, on estimait que les wagons à voie étroite pourraient être construits aussi solidement que ceux de la voie normale.

En même temps on a proposé de réduire, pour tous les wagons à voie étroite, le porte-à-faux à $0^{m},50$.

COMPARAISON DES WAGONS DE MARCHANDISES

EMPLOYÉS SUR LA LIGNE A VOIE ÉTROITE DU DENVER ET RIO-GRANDE R.R. AVEC LES WAGONS DE LA VOIE NORMALE AFFECTÉS AU MÊME SERVICE.

DÉSIGNATION.	WAGONS PLATS.		WAGONS COUVERTS ORDINAIRES.		WAGONS POUR BESTIAUX.		WAGONS A CHARBON à 8 roues.		WAGONS A CHARBON à 4 roues.	
	Voie normale.	Voie étroite.	Voie normale	Voie étroite.	Voie normale.	Voie étroite.	Voie normale	Voie étroite.	Voie normale.	Voie étroite.
Longueur de caisse...	9m,61	7m,10 à 7m,63	8m,65	7m,20	8m,54	7m,20	6m,33	7m,20	6m,71	3m,60
Largeur de caisse...........	2m,75	1m,90 à 2m,00	2m,49	1m,83	2m,75	1m,90	2m,44	1m,83	2m,00	1m,83
Capacité moyenne...	10t,90	9 à 10t	10t,87	9t,00	16 têtes.	9 à 12 têtes de gros bétail. 16 de petit »	10t,87	10t,00	4t,53	4 à 5t
Poids à vide..	8t,60	2t,80 à 3t,40	9t,06	3t,96	8t,15	4t,05	7t,25	4t,05	3t,58	1t,60
Poids par unité transportée...	792k	311k à 340k	833k	440k	510k	450k à 253k	667k	405k	790k	400k à 330k

Locomotives pour chemins de fer à voie étroite. — Les systèmes de construction usités pour les locomotives de chemins de fer à voie normale ont tous été adoptés également pour les chemins de fer à voie étroite.

En raison de l'écartement moindre des longerons du châssis, les constructeurs éprouvent toutefois de la difficulté à donner aux grilles et aux générateurs à vapeur en général la largeur nécessaire pour obtenir une production suffisante de vapeur.

Ils doivent, d'autre part, réduire le diamètre des roues motrices pour ne pas compromettre la stabilité par suite du moindre écartement des rails.

Tant que le développement des chemins de fer à voie étroite était peu considérable, les constructeurs de machines pour ces chemins étaient assez rares; l'usine de Porter Bèll et C[ie] à Pittsburg s'en faisait en quelque sorte une spécialité. Aujourd'hui toutes les usines qui fabriquent des locomotives pour voie normale se chargent également de la construction de locomotives pour voie étroite.

Les machines pour la traction en voie courante se construisent généralement sur les types American, Mogul et Consolidation ; le type American est seulement modifié par l'usine Porter et C[ie] en ce que le pony-truck est substitué au double boggie pour l'avant-train.

On emploie en outre, tant pour le service des gares que pour la traction des trains de marchandises, des machines-tenders à 4 et à 6 roues couplées.

Locomotives-tenders. Dans la locomotive-tender de Danforth (Paterson), construite pour la voie de $0^m,915$, et faisant à la fois le service des gares et, sur certaines lignes, le service de la traction en voie courante, les caisses à eau, au lieu d'être disposées en forme de selle superposée au corps cylindrique de la chaudière, comme dans la plupart des locomotives-tenders construites en Amérique, sont placées latéralement comme en Europe (pl. XXVII, fig. 1 et 2). Ces caisses à eau ont une capacité d'environ $2^{m3},7$.

Le poids de la machine, qui est de $15^t,6$ à pleine charge, repose entièrement sur les roues motrices, dont le diamètre est de $0^m,940$. Des trois essieux, deux se trouvent entre la boîte à feu et la boîte à fumée; le troisième est derrière la boîte à feu, à $1^m,983$ de l'essieu du milieu. L'écartement des essieux extrêmes est de $3^m,304$.

Pour faciliter le passage de la machine dans les courbes, on a supprimé les boudins sur les roues du milieu.

La longueur extérieure entre tampons étant de $6^{m},47$, cette machine présente aussi bien à l'avant qu'à l'arrière, un encorbellement considérable sur les essieux extrêmes, qui ne permet de l'employer que pour de faibles vitesses de marche.

Les cylindres ont $0^{m},280$ de diamètre et $0^{m},407$ de course. On a dû donner à la boîte à feu, qui n'a que $0^{m},432$ de largeur intérieure, une longueur de $1^{m},373$ pour réaliser une surface de chauffe de $4^{m^2},5$. Les 92 tubes, de $0^{m},045$ de diamètre extérieur et de $2^{m},135$ de long, y ajoutent $27^{m^2},5$ de surface de chauffe indirecte.

Cette machine-tender ne conserve en définitive que quelques traits de la construction américaine, comme la structure du châssis, la suppression du boudin aux roues du milieu, et les glissières non symétriques guidant la tête du piston.

Quelques constructeurs ont été conduits par la faveur dont jouissaient ces dernières machines, et par la recherche des moyens de les rendre plus aptes au service en dehors des gares, à ajouter à l'arrière un essieu porteur, analogue à celui que l'on trouve en Europe sur beaucoup de locomotives, et à constituer ainsi un nouveau type, celui des « *back truck engines* ».

Sur certaines petites lignes à voie étroite, les locomotives-tenders étant régulièrement employées au service de la traction, il fallait, comme les stations de tête étaient dépourvues de plaques tournantes, les faire marcher à reculons dans l'un des deux sens. Pour leur conserver la facilité d'inscription dans les courbes de faible rayon, tout en supprimant le porte-à-faux à l'avant, on a été amené à munir ces locomotives à l'avant comme à l'arrière d'un truck articulé, et l'on est ainsi arrivé au type désigné sous le nom de *double tender locomotives* (pl. XXVI, fig. 2, 3 et 4).

L'emploi de ces machines, d'abord particulier à la voie étroite, a fini par s'étendre à la voie normale, en raison des avantages qu'il présente pour desservir aux abords des gares les embranchements particuliers sur lesquels les plaques tournantes font habituellement défaut. Ces locomotives, où les roues motrices sont espacées au plus de $1^{m},80$ à $2^{m},10$ et ont de $1^{m},00$ à $1^{m},25$ de diamètre, pèsent, avec leur pleine charge d'eau et de combustible, jusqu'à 32 tonnes.

Nous donnons ci-après quelques chiffres relatifs aux divers types de locomotives usitées pour la voie étroite :

DÉSIGNATION DES CONSTRUCTEURS et des types de machines.	LARGEUR DE VOIE.	ROUES MOTRICES		ROUES DU TRUCK		CYLINDRES		ÉCARTEMENT DES ESSIEUX		CHARGES			POIDS DU TRAIN REMORQUÉ		
		Nombre.	Diamètre.	Nombre.	Diamètre.	Diamètre.	Course.	Moteurs.	Extrêmes.	Sur roues motrices.	Sur le truck.	Totale.	Sur palier.	Sur rampe de $7^{mm},5$.	Sur rampe de 19^{mm}.
	m.		m.		m.	m.	.	m.	m.				tonnes.	tonnes.	tonnes.
Porter et Cie (American)..........	0,915	4	1,118	2	0,661	0,280	0,407	1,830	4,83	$11^t,325^t$	$3^t,625^t$	$14^t,950^t$	580	177	77
Id..................	0,915	4	0,966	2	0,610	0,203	0,407	1,754	3,279	14,520	2,280	16,800	363	113	45
Baldwin (American)............	0,915	4	1,017	4	0,610	0,280	0,407	2,186	5,617	10,870	5,430	16,300	610	178	76
Porter et Cie (Mogul)............	0,915	6	0,966	2	0,610	0,305	0,407	2,745	4,423	15,400	1,810	17,210	794	249	109
Baldwin (Mogul)................	0,915	6	1,017	2	0,610	0,305	0,458	3,558	5,388	14,950	2,720	17,670	853	254	112
Baldwin (Consolidation)..........	0,915	8	0,915	2	0,610	0,381	0,458	3,660	5,541	22,650	3,625	26,275	1,219	361	157
Porter et Cie (Double Ender)......	0,915	4	1,118	4	0,661	0,254	0,407	1,983	5,338	10,870	4,980	15,850	499	159	68
Baldwin (Consolidation)........	1,068	8	0,915	2	0,610	0,381	0,458	3,457	5,439	22,650	3,625	26,275	1,219	361	157

L'exiguïté de la boîte à feu et de la surface de chauffe concourt, avec la plus grande tendance au mouvement de lacet, résultant de la moindre largeur de voie, et avec le moindre diamètre des roues, à restreindre la vitesse de marche des machines à voie étroite. Cette vitesse ne dépasse pas en général 24 kilomètres à l'heure, arrêts compris, pour les trains de voyageurs; il va sans dire qu'elle est beaucoup moindre pour les trains de marchandises.

Le système de construction des types normaux de locomotives pour voie étroite étant d'ailleurs tout à fait pareil à celui des locomotives analogues à voie normale, nous passerons rapidement sur la description des locomotives à voie étroite construites suivant les types ordinaires.

Locomotives du type Consolidation. — Dans les locomotives du type « Consolidation » que l'usine de Baldwin a fournies récemment pour les chemins de fer de la Nouvelle-Zélande, et dont les principales dimensions figurent à la fin du tableau précédent, la chaudière, pour laquelle on a prévu l'emploi de la houille, ne présente pas de surélévation au droit de la boîte à feu; elle a $1^{m},22$ de diamètre et porte un dôme de prise de vapeur de $0^{m},712$ de diamètre. Les tubes sont au nombre de 142; ils ont $3^{m},05$ de long et 51 millimètres de diamètre. La grille a $2^{m},01$ de long sur $0^{m},70$ de large.

Les roues motrices centrales de cette locomotive représentée pl. XXVI, fig. 1, sont sans boudin.

Quant aux fusées des essieux, celles des essieux moteurs ont 140 millimètres de diamètre; la longueur des fusées des essieux moteurs principaux est de 179 millimètres, tandis que celle des autres essieux moteurs est la même que celle des essieux du truck, c'est-à-dire de 153 millimètres. Le diamètre des fusées des essieux du truck n'est que de 89 millimètres.

Locomotive Fairlie. — Grâce à l'accueil favorable que rencontrent en Amérique toutes les inventions, quelle qu'en soit l'origine, les locomotives du système Fairlie ne pouvaient manquer d'être introduites sur un certain nombre de lignes à voie étroite. Cette introduction semblait devoir trouver dans ce pays des chances particulières de succès, en ce que, portées uniquement par des trucks articulés à doubles essieux, ces machines reproduisaient des dispositions

déjà appliquées aux wagons américains pour faciliter le parcours des courbes, tout en combinant cet avantage avec celui de l'adhérence totale et d'un certain élargissement de la boîte à feu, rendu possible par la position centrale du foyer entre les deux trucks.

Par contre, les machines Fairlie, étant en quelque sorte le résultat de l'assemblage de deux machines, sont doublement exposées aux chômages occasionnés par la réparation de chacune d'elles. La cheville ouvrière, supportant la moitié de la charge de la chaudière et servant en même temps au passage de la vapeur actionnant le mécanisme de chaque *bogie*, constitue un organe délicat dont la présence accroît les chances de dérangement pour chaque locomotive partielle.

En fait, les services rendus par ces machines pour l'exploitation des lignes à voie étroite, en Amérique, paraissent avoir été des plus restreints, et dans les États de l'Amérique du Sud surtout, où elles ont été employées en concurrence avec des machines de type américain, celles-ci ont fini par leur être préférées.

L'infériorité des locomotives Fairlie aux locomotives de construction américaine, au point de vue de la régularité du service, n'a rien de surprenant; mais il paraît en outre résulter de constatations faites sur les chemins de fer du Pérou et du Mexique que leur supériorité de puissance de traction est plutôt théorique que pratique[1].

Quoi qu'il en soit, le rejet des machines Fairlie n'a pas été absolu, et certains constructeurs américains ont cherché à en utiliser quel-

1. Bien que contestés par les promoteurs de l'introduction des machines Fairlie, les renseignements ci-après, qui émanent d'ingénieurs anglais dirigeant au Mexique l'exploitation de chemins de fer à voie étroite, où ils employaient concurremment des machines des deux types, nous paraissent devoir jeter un certain jour sur le débat.

La statistique de l'exploitation a fourni en 1874 les résultats moyens suivants, s'appliquant d'une part à des locomotives américaines, d'autre part à six des meilleures locomotives Fairlie, fournies en 1872 au nombre de 17 pour ces chemins :

DÉSIGNATION.	LOCOMOTIVES AMÉRICAINES.	LOCOMOTIVES FAIRLIE.
Parcours annuel par locomotive en kilomètres........	46355	22902
Frais de traction par kilomètre de parcours en centimes.	103,22	166,95
Frais d'entretien par kilomètre de parcours en centimes.	13,90	57,13

Pour le mois d'octobre 1876, le tableau officiel, affiché suivant l'usage anglais et améri-

ques dispositions particulières. C'est ainsi que l'établissement bien connu de Mason, à Taunton (Massachusetts), construit des locomotives, qu'il nomme *bogie locomotives*, où l'introduction de la vapeur se fait par la cheville ouvrière, bien que l'adhérence ne soit pas totale.

Ainsi que le montre la planche XXVII, fig. 3 et 4, le tender de cette locomotive est supporté par des longerons, qui, comme ceux qui soutiennent la chaudière, viennent se rattacher à la boîte à feu, située à peu près au milieu de la longueur de la locomotive-tender. Un truck à 4 roues soutient l'arrière de la locomotive.

Avec les dispositions que nous venons de décrire, la machine de Mason a conservé du type Fairlie la possibilité de franchir des courbes très raides et d'élargir le foyer. C'est sans doute à cet avantage qu'elle doit d'avoir reçu d'assez nombreuses applications sur les chemins des Etats de l'Ouest pour le service de marchandises.

Malgré la supériorité d'exécution qui fait la réputation de l'établissement de Mason, l'admission de la vapeur par la cheville ouvrière n'en constitue pas moins un point faible dans la construction de cette machine, et on peut se demander si une forme plus ramassée du tender, l'emploi du pony-truck, et l'adoption de la disposition Forney ne permettraient pas d'obtenir les mêmes avantages en supprimant cet inconvénient.

---

cain pour rendre compte du service d'onze locomotives Fairlie et de deux locomotives américaines, donnait :

DÉSIGNATION.	LOCOMOTIVES AMÉRICAINES.	LOCOMOTIVES FAIRLIE.
Parcours moyen du mois en kilomètres................	4640	1554
Frais de traction par kilomètre de parcours en centimes.	97,71	194,44
Frais d'entretien par kilomètre parcouru en centimes...	15,24	72,56

La charge moyenne par train fait défaut; mais lors même que la force de traction des locomotives Fairlie aurait été, conformément à ce que prétendent les partisans de ces machines, supérieure de 60 pour 100 à celle des machines américaines, on voit que l'avantage resterait encore à celles-ci au point de vue de l'économie des frais de traction.

CHAPITRE XXXI

EXEMPLES DE CHEMINS DE FER A VOIE ÉTROITE

CANADA.

Les premiers chemins de fer à voie étroite du Canada ont été construits dans la province de Toronto. Jusqu'en 1866, les chemins de fer avaient fait peu de progrès au Canada, où les capitalistes anglais, qui avaient fourni les fonds pour l'établissement des premières voies ferrées, avaient été promptement découragés par le faible rendement qu'elles avaient donné. On dut donc se préoccuper des moyens de rendre cet établissement plus économique.

M. Edmond Wragge, l'un des ingénieurs qui ont acquis le plus d'autorité en matière de chemins de fer au Canada, rappelle, dans un rapport publié en 1871, que M. G. Laidlaw, qui est devenu le promoteur des premiers chemins de fer à voie étroite dans ce pays, ne crut pouvoir mieux faire, pour obtenir des informations sur le meilleur système de voies ferrées économiques, que de s'adresser aux journaux, et que c'est à la suite des réponses qui furent faites à son appel par M. Carl Pihl, ingénieur norwégien, et par divers ingénieurs anglais, qui avaient construit des chemins à voie étroite aux Indes et en Australie, qu'il sollicita et finit par obtenir, non sans difficulté, la concession des deux chemins de fer à voie étroite de $1^m,05$ de largeur, de Toronto, Grey et Bruce, et de Toronto et Nipissing.

Ontario.

Les deux chemins de fer à voie étroite de l'Ontario sont tous deux destinés à relier à Toronto, capitale de cette province, une région en partie boisée, en partie cultivée, qui confine au lac Huron, et où l'on ne compte pas plus de 4 habitants par kilomètre carré.

Ligne de Toronto, Grey et Bruce. — La ligne de Toronto, Grey et Bruce comprend deux embranchements de 116 kilomètres l'un et l'autre, venant aboutir, au Sud à un tronc commun de 80 kilomètres de longueur, partant de Toronto, et au Nord, au port d'Owen Sound et à la ville de Teeswater. Ce réseau, de 312 kilomètres de longueur en totalité, a coûté 21 374 000 francs, soit 68 500 francs par kilomètre ; il a été construit par une Compagnie avec le concours du gouvernement provincial et des comtés traversés, qui y ont contribué pour une somme de 7 millions ; il a été livré à l'exploitation avec son développement actuel à la fin de 1874.

Le tracé a présenté quelques difficultés à la traversée de l'Humber River, à 24 kilomètres de Toronto, et à la montée des Caledonian Hills, qui commencent 12 kilomètres plus loin, où l'on a dû recourir à une combinaison de courbes de faible rayon et de fortes pentes, entraînant de profondes tranchées et de hauts remblais. Les terrassements s'élèvent en moyenne à 5 mètres cubes par mètre courant de voie. La plus forte déclivité est de $0^{m},02$ par mètre et règne sur 4 kilomètres ; le rayon minimum des courbes est de 138 mètres.

Le poids des rails, qui était d'abord de $17^{k},5$, a fini par être porté à 29 kilogrammes par mètre courant.

Le matériel roulant consiste en 20 locomotives, dont le poids varie de 16 à 42 tonnes, 12 voitures de voyageurs, et 424 wagons de marchandises. Le prix moyen du kilomètre construit, y compris le matériel roulant, ressortait, en 1874, à 47 700 francs, se décomposant comme suit :

Terrassements, clôtures, traverses et ouvrages d'art...	14 864 fr.	50
Rails et éclisses	13 686	50
Pose et ballastage de la voie	5 124	40
Bâtiments des stations	1 844	50
Indemnités de terrains	186	00
Télégraphe	120	00
Surveillance des travaux	2 280	00
Commissions et direction	1 168	70
Frais législatifs	297	60
Matériel roulant	7 936	00
Divers	191	80
Total par kilomètre	47 700 fr.	00

Des dépenses complémentaires ont fini par porter le prix de revient par kilomètre au chiffre précité de 68 500 francs, ce qui

prouve bien qu'au Canada, comme aux États-Unis, un chemin de fer livré à l'exploitation est loin d'être terminé.

Il y a sur cette ligne des trains de voyageurs, des trains mixtes et des trains de marchandises. La vitesse des premiers ne dépasse pas 23 kilomètres; celle des autres se tient au-dessous de 20 kilomètres. Les marchandises consistent principalement en farines, graines et bois.

Le chemin de fer de Toronto, Bruce et Grey a transporté, dans l'exercice finissant au 30 juin 1879, 92 855 tonnes de marchandises et 118 652 voyageurs. La recette kilométrique a été de 4640 francs, dont :

Voyageurs	1640 francs
Marchandises	2680 »
Produits divers	320 »

La dépense kilométrique s'est élevée à 3290 francs, laissant ainsi une recette nette de 1350 francs.

Cette recette nette est insuffisante pour payer les intérêts des obligations de la Compagnie, qui a suspendu ses payements depuis 1878; ce qui ne l'empêche pas de se préoccuper depuis plusieurs années d'élargir sa voie pour la porter à la largeur normale. Cette conversion, dont les frais ont été évalués à 4 millions de francs, y compris diverses améliorations, est retardée par les embarras financiers de la Compagnie.

Ligne de Toronto-Nipissing. — La ligne de Toronto au lac Nipissing, située au Nord-Est de Toronto, qui doit s'étendre sur une longueur de 368 kilomètres, a été commencée en 1869 ; elle est achevée aujourd'hui sur 170 kilomètres jusqu'à Coboconk, et traverse, comme la précédente, un pays agricole et forestier.

Les pentes et les courbes de rayon minimum ne diffèrent pas sensiblement de celles qu'on rencontre sur la ligne précédente, et le prix de revient de construction du kilomètre est sensiblement le même.

L'exploitation en est également faite dans les mêmes conditions.

L'exercice terminé en juin 1879 a donné un produit brut kilométrique de 6665 francs, avec une dépense de 4898 francs, pour les 128 kilomètres exploités ; il a été transporté 89 600 voyageurs et 84 694 tonnes de marchandises.

Pour cette ligne, comme pour la précédente où l'on a progressivement accru le poids des rails et des machines, il n'est pas douteux qu'il n'y eût eu avantage à donner tout d'abord à la voie la largeur normale. A côté de ces deux lignes, le Middland R.R. construit sur 224 kilomètres dans la même région, avec la voie normale et où l'on trouve des courbes de 180 mètres de rayon et des pentes maxima de $0^m,012$, a coûté 92000 francs par kilomètre.

La dépense d'exploitation par kilomètre a été sur cette dernière ligne en 1879 de 4169 francs, pour un produit brut de 5508 francs.

Le prix du train kilomètre y est ressorti à 2 fr. 06, tandis que ce même prix s'est élevé à 2 fr. 14 sur le Toronto Grey et Bruce R.R., et à 2 fr. 01 sur le Toronto Nipissing R.R. pour la même année. On voit, par là, qu'au point de vue de l'exploitation, l'adoption de la voie étroite ne paraît pas avoir procuré d'avantage sensible.

Ile du Prince-Édouard.

L'île du Prince-Édouard, située à une faible distance des côtes du Nouveau-Brunswick, et mesurant une longueur de 300 kilomètres environ, sur une largeur de 25 kilomètres, contient une population de 94000 habitants, tant agriculteurs que pêcheurs. Sa configuration, très favorable à la navigation côtière, qui trouve d'excellents ports le long de son littoral profondément découpé, l'est beaucoup moins par cela même à la prospérité d'une ligne de chemins de fer. Néanmoins le gouvernement local y a entrepris, il y a dix ans environ, l'établissement d'un chemin de fer à voie étroite, et, quand l'île est entrée plus tard, en 1873, dans la confédération des possessions britanniques de l'Amérique du Nord, il a été décidé que ce chemin de fer serait repris et payé par le gouvernement général de la Confédération, qui s'indemniserait de la dépense en percevant dans l'île un impôt calculé à raison de 250 francs par tête de la population comptée en 1871, soit de 23 millions et demi de francs en totalité, à répartir sur un certain nombre d'années.

Le chemin a été officiellement repris par le gouvernement canadien le 29 décembre 1874, et il devait être ouvert au public en juin 1874 ; mais il n'a pu l'être que l'année suivante.

Les ingénieurs du gouvernement fédéral, en raison des circonstances défavorables que devait rencontrer le trafic, avaient compté, pour les 320 kilomètres de la ligne totale, sur un déficit minimum annuel de 390000 francs ainsi calculé :

Recettes.

40 000 voyageurs à 5 fr.	200 000 fr.
160 000 kilog. de marchandises à 3 fr.	480 000
Divers.	40 000
	750 000

Dépenses.

Entretien et surveillance de la voie.	480 000 fr.
Traction.	300 000
Exploitation proprement dite.	360 000
	1 140 000

On laissait complètement de côté l'intérêt du capital de construction, estimé dans les premiers projets à 50000 francs par kilomètre, soit près de 4000 francs de moins que le prix réel.

Ce chemin de fer, construit avec des pentes qui ne dépassent pas $0^m,014$, et des courbes dont le rayon ne descend pas au-dessous de 170 mètres, suit généralement la ligne de faîte séparant les deux versants peu accidentés que présente l'île.

Il est établi avec plate-forme de $3^m,60$ en remblai et de $4^m,20$ à $4^m,80$ en déblai, suivant le degré de consistance du terrain.

Les rails en fer, du poids de 20 kilogrammes par mètre courant, sont portés par des traverses en pin, cèdre, mélèze et frêne de $2^m,00 \times 0^m,20 \times 0^m,125$; ces traverses reposent sur un ballast en grès cassé et sable.

On compte sur la ligne 6 stations principales, 12 ordinaires et 47 haltes, espacées en moyenne de 5 kilomètres. Il n'y a de halles couvertes qu'aux 6 stations principales. Les autres stations consistent en un seul bâtiment en bois de $12^m,60$ sur $6^m,60$, contenant une salle d'attente, un bureau et un hangar pour marchandises. Un abri pour les voyageurs et un quai en bois de 30 mètres de long constituent une halte. Tous les bâtiments sont en bois, sauf ceux de la gare de Charlottetown, capitale de l'île.

Il existe sur toute la ligne 878 passages à niveau, dont 49 seulement sont gardés.

L'exploitation de ce chemin de fer, dont les nombreuses tranchées n'étaient pas protégées contre l'amoncellement des neiges, a rencontré de sérieuses difficultés dans les premiers temps.

Pour l'exercice clos le 30 juin 1879, où la ligne a transporté 105046 voyageurs et 38668 tonnes de marchandises, le déficit prévu

a été notablement dépassé, ainsi qu'on peut en juger par les chiffres consignés dans le tableau ci-après :

RÉSULTATS DE L'EXPLOITATION	EN TOTALITÉ	PAR KILOMÈTRE
	fr.	fr.
Recettes brutes........................	629 276	1 966
Dépenses...............................	1 165 650	3 640
Déficit............	535 374	1 674

A la même époque, les dépenses totales de premier établissement s'étaient élevées, y compris 500 000 francs dépensés à l'amélioration du port de Souris, à 17 250 000 francs, soit à 53 878 francs par kilomètre.

Le prix du train kilométrique est ressorti d'autre part, en dernier lieu, à 2 fr. 79, c'est-à-dire à un prix notablement plus élevé que sur les lignes de l'Ontario.

On n'est pas parvenu jusqu'à présent à diminuer sensiblement les frais d'exploitation, de manière à se rapprocher de l'équilibre entre les dépenses et les recettes, et il est peu probable qu'on arrive de longtemps à supprimer le déficit, le mouvement des voyageurs, comme celui des marchandises, présentant peu de chances de s'accroître dans cette île où la navigation côtière fait au chemin de fer une active concurrence.

En résumé, les chemins de fer à voie étroite de la Confédération canadienne, sont établis dans des conditions qui se rapprochent beaucoup de celles des lignes du même système de la presqu'île Scandinave qui leur ont servi de modèle; ils en diffèrent surtout par le matériel roulant et par les conditions d'établissement de la voie. Construite d'une manière beaucoup plus économique, mais insuffisante, la voie, plus exposée d'ailleurs à être interceptée par les neiges, y coûte plus cher d'entretien. Les machines et le matériel roulant, moins bien soignés, entraînent également de leur côté un accroissement de frais de traction, qui rend leur supériorité sur les chemins à voie normale, au point de vue de l'exploitation, fort douteuse, si elle ne laisse pas d'être encore très sensible au point de vue de l'économie de la construction.

ÉTATS-UNIS.

État de Massachusetts.

Tandis que les chemins précédemment décrits servent également au transport des voyageurs et des marchandises, les chemins de fer à voie étroite du Massachusetts ne transportent en général que des voyageurs, et sont en quelque sorte des tramways à vapeur, établis toutefois sur des plate-formes complètement distinctes des routes ordinaires.

Il existe aujourd'hui dans le Massachusetts six de ces chemins de fer, dont la longueur de parcours varie de 6 à 14 kilomètres, et dont la largeur de voie est de 0m,915, sauf pour le plus récent, celui de Billerica à Bedford, où la largeur n'est que de 0m,610. Sur plusieurs de ces lignes, le service est fait avec une ou deux voitures marchant avec une vitesse de 20 kilomètres environ à l'heure.

Le plus important des chemins à voie étroite du Massachusetts est le Revere Beach et Lynn Railroad, qui a été ouvert en 1875, sur 14 kilomètres entre Boston et Lynn, ville de 38 000 âmes, située au nord de Boston, qui compte 362 000 habitants.

Nous entrerons dans quelques détails sur cette ligne, construite principalement en vue des excursions le long de la côte pendant la belle saison.

Reliée avec la ville de Boston par un bac à vapeur, elle part du côté sud du quai du Boston et Albany R.R. à East-Boston, traverse en sortant de la gare-terminus un tunnel de 130 mètres de long, puis se développe le long de la ligne de défense de la plage, et franchit ensuite une petite baie sur une estacade de 600 mètres de longueur, avant d'atteindre l'île de Wood. Puis le chemin de fer se prolonge par une série de remblais et d'estacades jetés sur des marais et de petits bras de mer jusqu'à la station terminale de Lynn.

Les tranchées dans les îles de Wood et de Breed sont ouvertes, ainsi que le souterrain, dans un terrain très résistant. Le tunnel, qui a 3m,60 de largeur et 5m,40 de hauteur, est revêtu en briques.

La longueur totale des ponts et estacades, au nombre de 13, est de 2300 mètres, à l'exception d'un pont d'une certaine importance sur une rivière; tous ces ouvrages ont un caractère essentiellement

temporaire et sont destinés à être remplacés peu à peu par des remblais ou des constructions en maçonnerie. Ils ont coûté ensemble 264 500 francs, soit 115 francs par mètre courant.

Les pentes sont presque insensibles; il n'y a de courbes un peu prononcées qu'aux abords de Boston.

Il y a 8 passages à niveau, dont 2 non gardés, et 1 passage supérieur.

Les rails sont en fer; ils pèsent 25 kilogrammes le mètre courant; ils ont 81 millimètres de hauteur et 81 millimètres de base, et une longueur de $9^m,20$. Ils sont posés sur des traverses en pin de la Caroline, de $1^m,80$ de longueur et de $0^m,15$ sur $0^m,15$ d'équarrissage, espacées de $0^m,61$. Les aiguilles, dans les croisements, sont du système Tyler avec pattes de lièvre en acier.

La gare d'East-Boston comprend un quai et une cale de débarquement pour le bac à vapeur amenant les voyageurs de Boston, où il existe une autre cale avec quelques bâtiments contenant les bureaux de la Compagnie.

La première de ces gares a coûté	115 290 fr.
La deuxième » » »	79 998
Soit une dépense totale de	195 288 fr.

Les stations intermédiaires sont au nombre de huit et espacées en moyenne de 2 kilomètres; deux sont de simples haltes avec un abri ayant coûté 1000 francs environ; dans les autres, les bâtiments, entièrement en bois, représentent une valeur de 11 500 francs en moyenne.

Les voies d'évitement ont en totalité une longueur de 800 mètres, soit 1/15 environ de la longueur totale de la voie.

Les machines sont du système Fairlie, du poids de 20 tonnes; elles proviennent des usines de Mason, à Taunton (Massachusetts).

Nous avons déjà signalé le mode particulier de distribution des places à l'intérieur des wagons de cette ligne.

Les dépenses de premier établissement se sont élevées à 3 335 259 francs en totalité, soit par kilomètre à 238 220 fr., se décomposant comme suit :

Établissement de la voie et des stations	149 360 fr.
Matériel roulant	33 700
Matériel naval	55 160

Le matériel roulant comprend :

6 locomotives;
11 voitures à voyageurs ordinaires;
2 voitures pour fumeurs;
6 voitures pour excursions;
4 voitures ouvertes;
2 wagons couverts pour messageries;
2 wagons découverts;
22 wagons pour terrassements.

Le service est uniquement organisé pour le transport des voyageurs; le nombre journalier des trains s'élève jusqu'à 21 dans la belle saison; il y a de 3 à 4 wagons par train. La vitesse moyenne des trains est de 28 kilomètres à l'heure. Chaque train a un poids de 45 tonnes en moyenne. Le nombre des employés réguliers ne dépassait pas 30 pour toute la ligne en 1876; il a été ultérieurement porté à 70.

Les tarifs pour voyageurs varient de 0 fr. 125 à 0 fr. 25 par kilomètre, suivant la distance; en tenant compte des billets de saison, le tarif kilométrique n'est que de 0 fr. 10 en moyenne.

Il y a lieu de remarquer pour ce chemin de fer, que la dépense de construction, en raison du développement des ouvrages d'art, aurait été peu augmentée, si on l'avait construit avec la voie normale, et qu'on aurait eu ainsi la perspective de disputer le transport des marchandises aux autres lignes, ce qui lui aurait ouvert de nouvelles sources de bénéfices.

Nous avons dit qu'il avait été aussi construit dans le même Etat un chemin de fer à voie de $0^m,61$ seulement. Tout le matériel de ce chemin de fer, long de $13^k,9$, qui présentait des détails intéressants et qui a été exploité pendant quelques mois seulement, a fini par être transporté sur une autre ligne, celle de Sandy River.

États de New-York et de Pennsylvanie.

Ces deux États ont vu également s'établir dans ces dernières années un certain nombre de lignes à voie étroite, qui se distinguent des précédentes en ce qu'elles ont généralement un caractère industriel bien tranché.

Si ces chemins de fer se sont surtout multipliés surtout en Pennsylvanie, où il existait déjà un grand nombre de lignes importantes

de chemins de fer à voie ordinaire, exploitant pour leur compte de nombreuses mines de fer, de charbon et de pétrole, c'est qu'en dehors de la zone desservie par ces lignes, on a été amené à exploiter de nouveaux gisements situés dans des vallées étroites et sinueuses dont l'accès eût été difficile, sinon impossible aux chemins de fer à voie normale.

Le transbordement des charbons et des minerais des wagons à voie étroite dans les wagons à voie normale pouvant se faire par déversement, toutes les conditions qui justifient l'établissement de chemins de fer à voie étroite se trouvaient d'autant mieux réunies, que, reliant les lieux de production aux lignes principales dont ils devaient grossir le trafic, ces chemins de fer étaient appelés à remplir à leur égard le rôle, non de concurrents, mais de véritables affluents.

Au nombre de ces chemins de fer, nous signalerons sur le versant oriental des Alleghanies, ceux de Bell's Gap (13^k,36); East Broad top (48^k,3); Montrose (45^k); Peachbottom (96^k,6), servant à relier des mines de charbon à diverses stations de chemins de fer à voie normale. En raison de leur rôle d'affluents, ces embranchements sont considérés par les lignes principales comme favorables plutôt que préjudiciables à leurs intérêts; quelques-unes de ces petites lignes sont même subventionnées par de grandes Compagnies : c'est ce qui a lieu par exemple pour la ligne de Montrose, qui reçoit un subside de la compagnie du Lehigh Valley [1].

Ces diverses lignes, établies de 1872 à 1874, ont été dès l'origine d'un excellent produit.

D'autres lignes ont été ouvertes sur le versant opposé des Alleghanies, dans la région du pétrole; telles sont celles de Parker et Karns City (17 kilomètres); Olean, Bradford et Warren (37 kilomètres); Kendall et Eldred (29 kilomètres).

---

1. Sur la ligne de Bell's Gap, aux deux stations de Latrobe et de Bell's mills, où la voie étroite joint la voie normale à niveau, on fait maintenant usage pour les transbordements de l'appareil Ramsay, décrit t. I., p. 426, avec lequel on parvient, sans installation de machines, à faire passer chaque caisse de wagon des trucks à voie étroite sur les trucks à voie large et réciproquement en dix minutes.

Chaque appareil de transbordement a coûté à établir 7500 francs non compris les voies et les trucks de changement de voie, qui ont coûté par paire de 1175 à 1250 francs, pour des charges de 15 à 20 tonnes. Il est établi sur une pente de 0,01 qu'il conviendrait d'augmenter de moitié, d'après l'avis du directeur de l'exploitation, pour faciliter les manœuvres.

La dépense de transbordement est évaluée par tonne à 0 fr. 25. Les manœuvres paraissent se faire commodément et sans aucun danger pour les hommes d'équipe.

La première de ces lignes, ouverte en 1874, sert à transporter, non le pétrole qui est amené par des conduites jusqu'à la station de Parker City sur le chemin de fer de l'Alleghany-Valley[1], mais tous les approvisionnements, tels que bois, produits alimentaires, tuyaux, machines, nécessaires pour l'exploitation des mines de pétrole.

Les déclivités n'y dépassent pas 18 millimètres par mètre; mais le rayon des courbes s'y abaisse jusqu'à 65 mètres à cause des nombreuses gorges dont il faut suivre les sinuosités. Les ouvrages d'art comprennent une estacade de 120 mètres de long et 22 mètres de hauteur établie en courbe de 65 mètres de rayon.

Les rails pèsent $14^k,75$ par mètre courant.

Le matériel comprend 4 locomotives, 5 voitures pour voyageurs et 46 wagons de marchandises. Ce chemin de fer, qui a coûté environ 80 750 francs par kilomètre, était parcouru journellement en 1876 dans chaque direction par 4 trains mixtes, marchant à la vitesse maxima de 24 kilomètres à l'heure. Le personnel comprenait en totalité 45 hommes, dont 6 étaient continuellement occupés aux transbordements.

Les tarifs perçus par kilomètre pour les voyageurs étaient de 0 fr. 22 en moyenne.

Par wagon à pleine charge rempli de bois, on payait indistinctement pour le parcours partiel ou total 40 francs, soit en moyenne 0 fr. 35 par tonne et par kilomètre.

En 1878, ce chemin de fer a donné par kilomètre, pour une dépense d'exploitation de 25 700 francs, une recette de 49 910 francs.

Les deux lignes d'Olean, Bradford et Warren, et de Kendall et Eldred, ouvertes en 1878, et tracées dans la même région avec des pentes maxima de $0^m,030$ et $0^m,035$ et des courbes de 58 mètres de rayon minimum, ont été établies dans des conditions extrêmement économiques et construites avec une rapidité extraordinaire, bien qu'elles comprennent chacune un grand pont sur l'Alleghany, à trois travées de 27 à 30 mètres de portée chacune.

La première, qui n'a coûté par kilomètre que 16 120 francs pour

---

1. La plus grande partie des transports de pétrole des lieux de production aux raffineries, situées principalement à Cleveland, Buffalo et Pittsburg, et aux ports d'exportation, Philadelphie et New-York, se font maintenant par des conduites (t. I, p. 431). On n'estime pas à plus de 25 pour 100 la fraction de ces transports qui emprunte la voie ferrée.

la construction de la voie, et 21 700 francs avec le matériel d'exploitation, a été commencée en novembre 1877; elle était suffisamment avancée au bout de 68 jours, pour qu'on pût y faire circuler les trains entre les stations terminales.

La deuxième a été exécutée en 90 jours ; les terrassements et la voie ont été établis à forfait au prix de 9300 francs par kilomètre, non compris la fourniture des rails. La ligne tout entière, y compris bâtiments des stations, matériel roulant et 4 kilomètres de voies de garage, n'est revenue qu'à 750 000 francs, soit à 25 800 francs par kilomètre.

États du Sud.

Dans les Etats du Sud, où la population est très clairsemée et avait été fort appauvrie depuis la guerre de sécession, il semblerait qu'on eût dû se porter plus que dans les autres Etats vers l'adoption de la voie étroite, considérée, souvent à tort, il faut l'avouer, comme se prêtant le mieux à l'économie. Mais les chemins de fer déjà existants et construits à voie normale ne faisant pas leurs affaires, il était difficile de songer à en établir de nouveaux, quelque utiles qu'ils fussent.

Le coton, qui constitue le principal élément du trafic dans ces Etats, en raison de sa nature encombrante, se prête moins bien d'ailleurs, il faut le reconnaître, à l'emploi de la voie étroite que les minerais et les charbons, au transport desquels ils sont surtout appliqués en Pennsylvanie.

Quelques tronçons de chemins de fer à voie étroite ont été cependant construits dans certains districts de la Virginie, de la Caroline du Nord, de la Georgie et de l'Alabama, où la configuration du sol plaidait absolument en leur faveur.

État de Colorado.

C'est dans les États de l'Ouest, où le développement des chemins de fer à voie ordinaire avait été jusqu'en 1873 plus rapide que dans les autres États, et en particulier sur le territoire, récemment érigé en État, du Colorado, que les chemins de fer à voie étroite se sont le plus multipliés, et ont pris le plus le caractère de système.

On sait que ce territoire occupe le centre d'un massif de mon-

tagnes, dépendant de la chaîne des Montagnes Rocheuses, d'où s'écoulent à l'Ouest, vers le Pacifique, le San Juan, qui se jette dans le golfe de Californie, au Sud, vers le golfe de Mexique, le Rio Grande, qui forme à son embouchure la limite des États-Unis et du Mexique, et à l'Est vers le bassin du Mississipi, le South Platte, affluent du Missouri, et l'Arkansas, un des principaux affluents du Mississipi ; ce massif a sur le continent nord-américain une position analogue à celui de la Suisse sur le continent européen. En raison de sa situation centrale et des richesses minérales qu'il renferme, il ne pouvait manquer d'attirer une partie du courant de l'immigration, qui tend de plus en plus à se porter vers l'Ouest, depuis l'ouverture du chemin de fer du Pacifique[1].

Dès l'année 1870, un embranchement à voie normale, mettait la station de Cheyenne, située sur ce chemin, à la limite septentrionale du Colorado, en communication avec Denver, capitale de ce territoire, et vers la même époque s'ouvrait au Sud le chemin de fer du Kansas Pacific, construit avec la même largeur de voie, pour relier cette ville avec les États de Kansas et de Missouri. Mais ces deux lignes ne pénétraient pas assez profondément dans le pays, pour permettre de commencer à en exploiter les richesses naturelles, et leur insuccès financier, suivi de la crise qui vint à partir de cette époque paralyser les affaires dans toute l'étendue de l'Union, fit renoncer à les étendre davantage. On fut ainsi conduit, comme au Canada, à substituer à ces lignes trop coûteuses un système de voies dont l'établissement fût plus économique, et pour lequel on crut pouvoir s'inspirer également de l'exemple du chemin de fer du Festiniog, avec d'autant plus de raison, que l'on se trouvait dans des circonstances qui devaient en rendre l'application particulièrement opportune.

En effet, si dans la direction principale, celle du Nord au Sud, le pays était médiocrement accidenté, et pouvait se prêter à la rigueur, sans trop de dépense, à l'adoption de la voie ordinaire, les nombreux tronçons que l'on devait avoir à embrancher sur la ligne principale pour aller chercher dans les vallons secondaires les produits des mines, ayant à suivre des gorges extrêmement sinueuses, souvent fort étroites et taillées à pic (*cañons*), ne pouvaient éviter

1. La population du Colorado, qui n'était encore que de 39 864 habitants en 1870, s'élevait à 194 649 en 1880, époque du dernier recensement fédéral.

les ouvrages dispendieux, comme les ponts et les souterrains, qu'à la condition de n'exiger qu'une largeur de plate-forme très faible et des courbes de très petit rayon. Dès lors, pour restreindre le plus possible les transbordements, et pour pouvoir les concentrer en un seul point, il pouvait y avoir avantage à adopter pour tout le réseau des nouvelles lignes la voie étroite, seule admissible pour les embranchements.

En second lieu, la nature du trafic, qui devait porter principalement sur des marchandises peu encombrantes, comme les minerais de fer et d'argent et la houille, se prêtait parfaitement à l'emploi de wagons de petites dimensions. Le nombre relativement fort restreint des voyageurs permettait également de réduire les dimensions des voitures à leur usage.

Ces conditions, jointes à la nécessité de faire aux capitaux un appel aussi modéré que possible, eu égard à la situation financière, décidèrent à recourir à la voie étroite de $0^m,915$ pour l'ensemble des nouvelles lignes.

La première ligne entreprise fut celle de Denver et Rio Grande, pour laquelle une Compagnie s'organisa, dès 1870, avec le projet d'aller immédiatement rejoindre la frontière mexicaine à El Paso, et plus tard Mexico, à une distance de 2750 kilomètres de Denver, dont 1360 kilomètres dans les États-Unis. Les travaux, commencés au printemps de 1871, étaient déjà assez avancés en octobre 1872, pour qu'on pût faire à la fin de ce mois l'ouverture d'une première section de 121 kilomètres de Denver à Colorado-Springs; une deuxième section de 65 kilomètres était ouverte le 15 juin de l'année suivante, et prolongeait la ligne jusqu'à South-Pueblo, sur l'Arkansas. Dans le courant de l'année 1876, elle arrivait dans le même bassin, à El Moro, à 330 kilomètres au sud de Denver; puis, franchissant le faîte entre ce bassin et celui du Rio Grande, elle atteignait, en juin 1878, Alamosa sur cette dernière rivière, et au commencement de 1881, Española, près de Santa-Fé, capitale du New Mexico, à 592 kilomètres de Denver. Avec divers embranchements pénétrant dans des vallées latérales pour exploiter des mines d'or, d'argent et de houille, le développement total du réseau du Denver et Rio Grande R.R. atteignait au commencement de 1881 environ 1219 kilomètres.

Pendant le même temps, une autre Compagnie, organisée en 1871 sous les auspices de la Compagnie de l'Union Pacific,

celle du Colorado Central R.R., après avoir construit au Nord du précédent réseau une ligne à voie normale reliant Denver à la station de Cheyenne sur l'Union Pacific, greffait sur cette ligne une série de tronçons aboutissant à Denver, établis avec la voie étroite, de manière à atteindre au fond des gorges tortueuses que présente le versant oriental des Montagnes Rocheuses des exploitations de mines dont la ligne à voie normale ne pouvait suffisamment s'approcher.

Ce deuxième réseau de lignes à voie étroite s'étendait à la fin de 1880 sur 354 kilomètres.

L'ensemble des lignes à voie étroite du Colorado est destiné à atteindre le chiffre total de plus de 2000 kilomètres.

Leur situation et les conditions particulières dans lesquelles elles ont été établies et sont aujourd'hui exploitées méritent d'être décrites avec quelques détails.

DENVER ET RIO GRANDE RAIL ROAD.

Construction. — Cette ligne remonte d'abord à partir de Denver, situé à l'altitude de 1586 mètres, la rive droite de la branche Sud de la rivière Platte, puis elle gagne le faîte de partage des bassins de la rivière Platte et de l'Arkansas, à la cote 2197 mètres au-dessus du niveau de la mer; elle redescend ensuite dans ce dernier bassin, jusqu'à Pueblo, où elle traverse l'Arkansas, pour remonter en se rapprochant du pied des Montagnes Rocheuses, vers un autre faîte secondaire qu'elle atteint un peu après la station de Cuchara à l'altitude de 1795 mètres.

La ligne franchit enfin le faîte séparatif des bassins de l'Arkansas et du Rio Grande au col de la Veta, élevé de 2848 mètres au-dessus du niveau de la mer, pour redescendre ensuite vers cette dernière rivière, qu'elle traverse à Alamosa, et dont elle longe ensuite la rive gauche jusqu'à Espanola.

Entre Denver et Cuchara, bien que les pentes soient continues et interrompues seulement pour les stations, il n'existe pas de pente supérieure à $0^m,015$. Au passage du faîte de la Veta entre Cuchara et Alamosa, et à la traversée du cañon de Comanche, entre Alamosa et Espanola, se rencontrent les plus fortes déclivités, qui atteignent 41 et 46 millimètres.

Le rayon des courbes ne descend pas au-dessous de 140 mètres

entre Denver et Cuchara; mais il a été réduit à 88 et 58 mètres sur les points où sont les fortes déclivités.

La largeur de plate-forme est de $3^m,60$ en déblai, et de 3 mètres en remblai.

Les plus grandes difficultés que le tracé ait eu à surmonter se trouvent aux passages des faites séparatifs des vallées de la Platte et de l'Arkansas, d'une part, de l'Arkansas et du Rio Grande, d'autre part. Le passage de ce dernier faîte au col de la Veta a donné lieu à l'étude de cinq tracés; on s'est arrêté à celui qui, étant le plus court et le plus économique, se prêtait en outre à l'exécution la plus rapide et à l'exploitation la plus facile, parce qu'il raccourcissait de 9 kilomètres le parcours en pleine montagne.

Les ouvrages d'art consistent dans un certain nombre d'aqueducs et de ponts en bois du système Howe pour les portées de plus de 4 mètres; le plus important, celui de Pueblo sur l'Arkansas River, a déjà été reconstruit en fer.

Les traverses, en bois de diverses essences, sont espacées de $0^m,61$ et ont $1^m,95$ de longueur; dans les terrains ordinaires, les tranchées sont ouvertes avec des talus à un de base pour un de hauteur; cette inclinaison croît jusqu'à un quart de base pour un de hauteur dans le roc.

Il n'existe point de signaux sur la ligne; on se sert du télégraphe en cas de besoin.

On avait tout d'abord employé à la pose de la voie, des rails en fer de 15 à 18 kilogrammes par mètre courant, et longs de $7^m,25$; on a fini par ne plus employer que des rails en acier de 20 kilogrammes.

Stations. — Les stations sur la ligne principale sont au nombre de 58, pour un parcours de 160 kilomètres entre Denver et Espanola, soit à 10 kilomètres de distance moyenne; la distance entre deux stations consécutives varie entre 8 et 23 kilomètres. L'emplacement en a été choisi, tantôt en vue de desservir des centres de population déjà existants, tantôt dans le but d'en créer de nouveaux sur des points où l'on pouvait supposer que l'exploitation des mines, ou d'autres richesses naturelles, attirerait les immigrants. Dans plusieurs stations, les bâtiments construits par la Compagnie attendent encore les constructions particulières. La Compagnie a dû établir en divers points des ateliers et organiser des hôtels et

des logements pour les ouvriers, ce qui a grevé la construction de dépenses assez élevées, bien que la plupart des bâtiments soient en bois.

Les voies d'évitement et de garage ont dû en outre, pour faciliter les chargements de minerai le long de la ligne, prendre un assez grand développement ; en dehors de douze stations comprises entre Denver et Pueblo, il en existait en 1876 sur seize points intermédiaires, d'une longueur variant entre 30 mètres et 1000 mètres. Les voies d'évitement forment une longueur totale de 8500 mètres pour 192 kilomètres de voie principale, soit un vingt-deuxième de sa longueur.

Là où doivent se croiser les trains de voyageurs, une voie d'évitement spéciale est ménagée du côté opposé à la voie des marchandises. A Denver, il y a deux voies pour voyageurs et deux voies pour marchandises à trois rails chacune, à cause du transbordement. La station de Denver comprend, en même temps qu'une gare pour voyageurs et pour marchandises, des ateliers, forges, rotondes pour locomotives, maisons d'ouvriers, magasins et bureaux construits en briques ou en charpente. Des installations analogues se rencontrent à Pueblo et à Colorado Springs.

Il y a entre Denver et Alamosa 28 stations d'alimentation d'eau, soit une par 14 kilomètres ; on s'est contenté d'établir pour cela des réservoirs en bois, sans nul abri contre la gelée, et desservis à certaines stations à l'aide de manèges à chevaux.

Ou a dû sur le même parcours, pour abriter le personnel chargé de l'entretien de la voie, sujette à des obstructions de neige, construire immédiatement 22 maisons d'équipes en bois (*section houses*).

Matériel roulant. — Quant au matériel roulant, construit en partie dans les usines des États de l'Est, en partie dans les ateliers de la Compagnie, il a été immédiatement organisé sur un grand pied ; à la fin de 1876, la Compagnie possédait déjà 19 locomotives, 15 voitures pour voyageurs, 6 wagons pour bagages, 124 wagons fermés pour marchandises, 278 wagons ouverts et 25 wagons à bétail, soit en totalité 452 wagons, non compris 71 wagons de service.

Des additions ultérieures portaient le matériel roulant à la fin de 1880 à 101 locomotives, dont 61 pour marchandises, 89 voitures de voyageurs et 2709 wagons à marchandises.

Tout d'abord on employait sur cette ligne pour les trains de voya-

geurs des machines du type Mogul; on les a remplacées pour ce service par des locomotives du type American à 4 roues motrices de 1^{m},125 de diamètre pesant 20 tonnes.

Pour les machines-marchandises, on emploie surtout le type Consolidation, appliqué à des machines dont le poids a fini par être porté à 35 tonnes, ce qui donne sur les roues motrices une charge de 4000 kilogrammes environ. On s'est servi aussi pendant quelque temps d'une machine du système Fairlie.

Nous avons précédemment indiqué en détail (p. 511) la composition du matériel de transport.

On a fini par s'arrêter pour le transport des voyageurs à des wagons à 44 places, et, pour la charge maxima des wagons de marchandises, à 10 tonnes.

Les wagons à 4 roues, d'abord assez nombreux, tendent à disparaître; on leur reproche de se détériorer trop vite par l'effet des oscillations transversales, auxquels ils sont beaucoup plus sujets que les wagons plus lourds et plus longs, et leur utilité pour le fractionnement des charges diminue d'ailleurs à mesure que le trafic augmente.

La Compagnie du Denver et Rio Grande R.R. accusait pour les 1219 kilomètres construits en avril 1881 une dépense totale de 174 297 000 francs soit 143 450 francs par kilomètre. Elle avait émis, à cette époque, pour faire face à cette dépense, un chiffre d'actions de 80 000 000 francs, et un chiffre d'obligations de 86 980 000 francs, non compris pour 7 730 000 francs de bons pour acquisition de matériel.

A la suite d'un procès engagé en 1878 avec la Compagnie d'Atchison, Topeka et Santa-Fé, au sujet de la validité d'un contrat d'affermage passé au profit de cette Compagnie, le Denver et Rio Grande R.R. a été pendant un an administré par un séquestre; il a fini par reprendre l'administration de ses lignes, à la suite d'une décision de la Cour des États-Unis, qui l'a remis en outre en possession des défilés du Grand Cañon de l'Arkansas, qui lui avaient été disputés par l'autre Compagnie.

Exploitation. — Le service journalier comprend sur la ligne principale, 1 à 2 trains de voyageurs, et 3 à 4 trains mixtes; les trains de marchandises se multiplient en outre suivant les exigences du trafic à diverses époques de l'année. Les trains de voyageurs, qui transportent une centaine de personnes par jour, marchent avec une

vitesse, y compris les arrêts, de 36 kilomètres à l'heure. Pour les trains de marchandises, la vitesse s'abaisse à 15 kilomètres à l'heure.

Tarifs. — Les tarifs tant pour voyageurs que pour marchandises sont très élevés. Au 1er juillet 1881, les voyageurs payaient :

De Denver à Colorado Springs pour....................	120 kilom.	22f,50	soit par kilom.	0f,18
De Denver à Pueblo pour....	192 »	36f,00	»	0f,18
» à Espanola pour..	595 »	150f,00	»	0f,25
D'Espanola à Barranca pour..	42 »	12f,50	»	0f,30

Le tarif kilométrique s'élève à mesure que l'on s'éloigne de Denver; cette augmentation est justifiée par celle des frais de traction et le renchérissement de toutes choses dans les districts encore déserts qu'il s'agit de coloniser.

On constate une progression analogue dans les tarifs des marchandises qui étaient à la même époque en francs :

DE DENVER A :	DISTANCE EN KILOMÈTRES.	PAR TONNE DE MARCHANDISES.					EN WAGONS PLEINS PAR TONNE.			
		1re CLASSE.	2e CLASSE.	3e CLASSE.	4e CLASSE.	SPÉCIALE.	CLASSE A.	CLASSE B.	GRAINS.	BOIS.
Littleton....	17	13,33	11,11	8,88	7,77	6,66	5,55	5,55	5,55	5,55
	soit p. k.	0f,77	0,64	0,51	0,45	0,45	0,32	0,32	0,32	0,32
Divide......	84,3	43,30	38,88	32,20	23,30	21,10	16,66	13,33	16,66	11,10
	soit p. k.	0,51	0,46	0,38	0,275	0,25	0,20	0,157	0,20	0.13
Wingwam...	161	58,88	48,80	43,33	33,30	31,10	24,44	18,88	16,66	12,22
	soit p. k.	0,36	0,30	0,23	0,205	0,19	0,15	0,116	0,102	0,102
Espanola....	595	244,40	216,64	188,80	150,00	225.30	122,00	111,10	114,30	83,33
	soit p. k.	0,55	0,40	0,43	0,34	0,32	0,275	0,250	0,26	0,19

Outre ces tarifs, il y a des tarifs de transit d'Omaha et Council Bluffs à Denver et diverses autres stations, qui sont, par kilomètre et par tonne, pour les mêmes classes en francs :

PARCOURS.	DISTANCE EN KILOMÈTRES.	PAR TONNE DE MARCHANDISES.					EN WAGONS PLEINS PAR TONNE.			
		1re CLASSE.	2e CLASSE.	3e CLASSE.	4e CLASSE.	SPÉCIALE.	CLASSE A.	CLASSE B.	GRAINS.	BOIS.
Entre Omaha et Denver..	1053	0,24	0,28	0,182	0,140	0,094	0,108	0,081	—	0,054

On voit que les derniers tarifs sont moindres de plus de moitié.

Dès la première année d'exploitation (1872), la ligne, ouverte sur 161 kilomètres, a transporté à une distance moyenne de 107 kilomètres 25 158 voyageurs, soit 80 par jour environ, et le transport des marchandises a donné 47 598 tonnes, soit 152 tonnes par jour, transportées à une distance moyenne de $97^{k},6$.

En 1880, la ligne exploitée sur 763 kilomètres a transporté à une distance moyenne de 134 kilomètres 140 840 voyageurs. Les transports de marchandises ont porté sur 651 832 tonnes.

La Compagnie, dans le rapport distribué aux actionnaires pour l'exercice 1880, accuse les recettes et les dépenses suivantes par kilomètre pour les 9 premières années d'exploitation :

ANNÉES.	NOMBRE DE KILOM. EXPLOITÉS.	RECETTE KILOMÉTRIQUE.	DÉPENSE KILOMÉTRIQUE.
1872...........	161	9331 fr.	6107 fr.
1873...........	254	7895	3867
1874...........	262	7190	3469
1875........ ...	268	6739	3862
1876...........	386	5830	3520
1877...........	472	6597	2814
1878...........	496	11053	6284
1879...........	542	8336	5487
1880...........	763	22792	11583

Les dépenses pour 1880 se sont décomposées ainsi qu'il suit par kilomètre :

Entretien de la voie........................	4372	fr. soit	38	%
Entretien des voitures.......................	731	»	6	»
Traction....................................	3455	»	30	»
Exploitation	2668	»	23	»
Frais généraux.............................	357	»	3	»
	11 583	fr. »	100	»

La situation financière de la Compagnie, qui avait été fortement éprouvée par la crise de 1873, a fini par s'améliorer notablement. On peut se demander toutefois si l'application de la voie étroite à un réseau aussi étendu que le sien a été bien judicieuse. Destiné, non seulement à se prolonger vers le Mexique par la vallée du Rio Grande, mais encore à relier par la même vallée le réseau de l'Union Pacific R.R. avec la ligne nouvellement ouverte entre le Mississipi

et l'Océan Pacifique, par suite de l'achèvement du Southern Pacific R.R., le chemin de fer du Rio Grande était appelé à devenir une véritable ligne de transit, qui eût justifié dès le principe l'emploi de la voie normale pour le tronc principal, sinon pour divers embranchements desservant des exploitations de mines et non susceptibles de se prolonger.

La Compagnie a fini par le comprendre, et elle se prépare dès à présent à poser un troisième rail entre Denver et Pueblo, sur 186 kilomètres, de manière à éviter toute solution de continuité entre la voie de l'Union Pacific qui arrive à Denver, et celle de l'Atchison Topeka et Santa-Fé, qui rejoint cette ligne à Pueblo.

COLORADO CENTRAL RAIL ROAD.

Construction. — Nous avons déjà fait connaître la configuration générale du réseau de cette Compagnie, qui comprend à la fois des lignes à voie normale et à voie étroite. Ce réseau, beaucoup moins important que le précédent, ne comprenait jusqu'en 1876 que 247 kilomètres de voie large entre Cheyenne, station de l'Union Pacific R.R. et Denver d'une part, Denver et Golden Junction d'autre part, et 49 kilomètres de voie étroite, dont 13 kilomètres de Golden City à Forks Creek, et 36 kilomètres de Forks Creek à Central City et Georgetown.

Plus tard, à ce réseau est venu se raccorder, sous le nom de Denver et South Park division, une nouvelle ligne de 217^k,3 allant rejoindre, à la station de Buena Vista, la vallée de l'Arkansas et le réseau du Denver et Rio Grande R.R., et il a été ouvert dans la vallée de la South Platte un embranchement, celui de Morrison, ce qui portait à la fin de 1881 le développement de ce réseau de lignes à voie étroite à 354 kilomètres.

Le réseau du Colorado Central se compose ainsi de plusieurs lignes aboutissant toutes à Denver et à Golden City.

Nous nous bornerons à donner ici un aperçu de la construction des lignes les plus anciennes de ce réseau qui suffira pour avoir une idée de celle de tout le système.

En partant de Denver, et se dirigeant vers l'Ouest par la vallée du Clear Creek, la voie normale se continue d'abord sur 23 kilomètres jusqu'à Golden Junction; là commence la voie étroite, qui après avoir parcouru tout d'abord une région assez faiblement acciden-

tée, s'engage en remontant la rivière du Clear Creek dans un cañon, très étroit et très sinueux, à flancs extrêmement escarpés, sur lesquels elle se développe en rampe continue de $0^m,023$ par mètre en moyenne, et de $0^m,035$ au maximum. Les courbes descendent sur certains points jusqu'à des rayons de 56 mètres et même de 48 mètres.

Les principales difficultés du tracé se concentrent sur 20 kilomètres, entre la station de Golden City, et celle de Forks Creek, à partir de laquelle deux embranchements conduisent respectivement aux stations terminales de Central City et Georgetown, situées respectivement à $17^k,6$, et à 24 kilomètres de Golden City, en traversant des exploitations de mines qui encombrent de leurs installations et de masses de sable aurifère lavé la partie basse de la vallée un peu élargie à partir de Forks Creek.

L'embranchement aboutissant à Central City présente à Black Hawk des déclivités s'élevant jusqu'à $0^m,040$; elles sont un peu moindres sur l'autre versant.

Un premier tracé étudié pour la voie normale, entre Golden City et Forks Creek, avait conduit les ingénieurs de l'Union Pacific à une dépense de 250 000 francs le kilomètre, par suite des nombreux viaducs et souterrains qu'il entraînait, en même temps que des remblais et des tranchées partout considérables. L'adoption de la voie étroite, toute indiquée dans ce cas particulier, ayant permis de suivre de très près les sinuosités du cañon, et de réduire notablement la plate-forme de la voie, on a pu établir celle-ci avec des terrassements très limités, et sans traverser le torrent, qui en occupe le fond, autrement qu'en deux points, tout en profitant du plus grand développement des courbes pour diminuer l'inclinaison des rampes.

La largeur de la plate-forme varie de 3 mètres à $3^m,60$; les rails du poids de $17^k,25$ le mètre courant et de $7^m,90$ de longueur, reposent sur des traverses espacées de $0^m,61$. Les rails primitifs en fer ont été remplacés par des rails en acier du même poids; les traverses sont en sapin ou en mélèze, longues de $2^m,00$, et de $0^m,15$ sur $0^m,15$ d'équarrissage. Elles n'ont coûté que 1 franc à 1 fr. 50 la pièce; mais elles ne durent guère plus de 5 à 6 ans. Elles sont généralement posées sur le sol graveleux; on ne met que peu ou point de ballast.

Dans les courbes de très faible rayon, on place à l'intérieur de la

voie, du côté du rail intérieur, un contre-rail pour retenir le boudin de la roue, et l'on soutient de plus le rail extérieur contre le déversement par des pièces en fonte.

C'est à la station de Golden City, située à 25 kilomètres de Denver, que se font pour la plus grande partie les opérations de transbordement. La voie normale a été à cet effet prolongée jusqu'à cette station, où se trouvent les bâtiments de la direction et les ateliers de la Compagnie.

Dans les petites stations intermédiaires, il n'y a généralement pas de bâtiments, on se contente d'une voie d'évitement.

A la bifurcation de Forks Creek, il n'y a pas de bâtiment; l'aiguille de raccordement est manœuvrée par le mécanicien du train préalablement arrêté, qui signale sa présence par un coup de sifflet.

Il n'y avait en 1876 sur la ligne aucune espèce de signaux ; les stations communiquaient seulement entre elles par le télégraphe.

Le prix de revient kilométrique de ces deux lignes, d'après les relevés les plus récents, paraît devoir être établi ainsi qu'il suit :

Plate-forme et ouvrages d'art	5 160 fr.
Stations et prises d'eau	1 025
Rails $34^t,50$ à 460 fr. la tonne	15 870
Éclisses : 500 du poids de $1^k,80$ l'une	387
Boulons : 1000, pesant 225 grammes	96
Traverses : 1560, à $1^f,40$ l'une	2 184
Chevilles : 6,250 de 220 grammes	591
Pose	900
Ballast	3 600
Indemnités de terrain	1 800
Frais généraux et dépenses diverses	1 387
Total	33 200 fr.

Cette évaluation ne comprend pas le matériel roulant; elle ne s'applique pas d'ailleurs à certaines parties du tracé, d'une difficulté exceptionnelle, qui ont coûté beaucoup plus cher.

Matériel roulant. — Les lignes du Colorado Central étant principalement parcourues par des trains mixtes, on s'y sert surtout de machines à marchandises. Les premières machines, achetées en Pennsylvanie dans les ateliers de Porter Bell et Cie, étaient à 3 essieux couplés, et à adhérence totale, de manière à utiliser toute la force disponible dans les fortes rampes du tracé; leur poids était de 17 tonnes ; suivies d'un tender du poids de $7^t,8$, elles pou-

vaient remorquer un chargement brut de 55 tonnes dans les courbes de 55 mètres de rayon, coïncidant avec des rampes de $0^m,025$.

En 1881, on a mis en service pour le transport des marchandises de nouvelles machines pesant chacune 24 tonnes.

Ces machines rendues à Golden City coûtaient avec leurs tenders de 33 000 à 48 000 francs.

Pour diminuer le danger des déraillements, dans les courbes de petit rayon, au lieu de relier la locomotive au tender par le mode d'attelage ordinaire, on les réunit par une barre articulée au centre du tender. On évite ainsi les saccades qui tendent à se produire, quand machine et tender sont assemblés bout à bout; la barre d'attelage unique de $6^m,70$ de longueur pouvant jouer librement sous le tender rend l'inscription dans les courbes plus facile, et les déraillements sont devenus très rares.

La valeur totale du matériel roulant était en totalité de :

	257 600 fr.	pour les machines.
	300 200 fr.	pour les wagons.
Total...	557 800 fr.	soit 15 700 fr. par kilomètre.

Le prix d'établissement du kilomètre est donc de 50 000 francs en nombre rond.

Exploitation. — Les trains comprenaient en 1876 de 4 à 5 wagons, suivant la nature des chargements : 4 wagons de charbon, ou 5 de marchandises diverses et voyageurs; il circulait habituellement de 12 à 16 trains par jour dans chaque sens. La descente au retour se fait sans vapeur; le train est retenu par des freins à main du système ordinaire.

Tout d'abord les opérations de transbordement se concentraient à Denver ; en 1879-1880 on a posé entre Denver et Golden City sur 25 kilomètres un troisième rail qui permet de les faire indifféremment à ces deux stations.

Le coût du transbordement à Golden City s'élève à 0 fr. 58 la tonne pour les marchandises transbordées à bras d'hommes. Pour le charbon, on fait accéder les wagons à clapet de fond à décharger sur une estacade sous laquelle viennent se placer les wagons de la voie large en charge. Dans ces conditions le transbordement pour 10 tonnes de charbon demande de 5 à 10 minutes et coûte en moyenne $0^{fr},13$ par tonne.

Les wagons à marchandises portent de 12 à 14 tonnes.

Tarifs. — Les tarifs kilométriques, soit pour voyageurs, soit pour marchandises ne sont pas moins élevés sur le Colorado Central R.R. que sur le Denver et Rio Grande R.R. ; ils sont combinés avec ceux de l'Union Pacific R.R. pour les expéditions à destination ou en provenance des diverses stations de cette ligne, et donnent lieu à certaines réductions pour les marchandises en transit. Sur le Colorado Central en particulier, les tarifs sont tout à fait différents pour les mêmes classes de marchandises, suivant qu'il s'agit des diverses sections de la ligne, différenciées principalement par les déclivités.

C'est ainsi que l'on paie les prix suivants sur deux de ces sections ayant sensiblement la même longueur de 84 kilomètres, par tonne :

	1re CLASSE.	2e CLASSE.	3e CLASSE.	4e CLASSE.
	fr.	fr.	fr.	r.
Denver-Longmont (Eastern-division)........	33,30	33,11	28,80	26,60
Soit par kilomètre....	0,39	0,37	0,34	0,31
Denver-Georgetown (Mountain-division)............	81,10	75,50	71,00	67,70
Soit par kilomètre.....	0,96	0,90	0,84	0,81

Après quelques années d'exploitation par la Compagnie qui avait exécuté les travaux, tout le réseau du Colorado Central a fini par passer aux mains de la Compagnie de l'Union Pacific, où il forme maintenant une division spéciale (*Colorado division*).

Il est certain que le groupe de lignes de cette division, placé par sa configuration en dehors des grandes lignes de transit, soit existantes, soit à prévoir, était mieux approprié à l'emploi de la voie étroite que le réseau du Denver et Rio Grande R.R., et que les avantages que cet emploi a procurés au point de vue de l'économie font plus que balancer les inconvénients qu'entraîne la réduction de la largeur de voie.

La concentration en un point des opérations de transbordement est d'ailleurs de nature à les diminuer pour les marchandises qui ne peuvent pas être transbordées par simple versement d'un wagon à un autre.

Néanmoins, en vue du prolongement ultérieur des lignes du Colorado vers celles de l'Utah, on se préoccupe actuellement d'établir, sur une nouvelle ligne qui doit permettre de passer plus directe-

ment du bassin du Mississipi vers le Pacifique, un souterrain d'environ 1000 mètres de longueur (*Loveland pass tunnel*) avec une largeur suffisante pour la voie normale, ce qui prouve, que, pour le groupe des chemins de fer du Colorado Central, comme pour celui du Denver et Rio Grande, la voie étroite n'est plus considérée que comme une solution temporaire dont le champ tend de plus en plus à se restreindre.

Autres États de l'Ouest.

Un grand nombre de chemins à voie de $0^m,915$ ont été également construits, à partir de 1871, dans les vallées du Mississipi et dans la région des lacs, pour desservir des districts miniers ou agricoles. Nous nous bornerons à dire quelques mots des plus importants.

Dans le Michigan, le Mineral Range Railway, de 20 kilomètres de longueur, établi sur les bords du lac Supérieur, dans la région des mines de cuivre, entre Hancock et le port de Calumet, est complètement isolé; il est construit avec des rails en fer de $17^k,5$ par mètre, et présente des pentes de $0^m,027$ en moyenne, s'élevant parfois à $0^m,040$ et des courbes de 120 mètres de rayon.

Dans l'Iowa, plusieurs lignes ont été établies par des associations de fermiers, pour lutter contre les grandes Compagnies, dont les tarifs trop élevés fermaient l'accès des grands marchés de l'Est aux produits de cet État essentiellement agricole. Telle est la ligne de Beulah, station du Chicago Milwaukee et Saint-Paul R.R., à Desmoines, ouverte d'abord sans stations, ni aucune installation fixe, avec des rails en bois, aujourd'hui exploitée sous le nom d'Iowa Eastern R.R., sur un parcours de 39 kilomètres ; complètement installé, avec un matériel composé de 2 locomotives, 2 voitures pour voyageurs, et 31 wagons pour marchandises, ce chemin de fer construit dans un pays de plaines a coûté 34 000 francs le kilomètre.

Les comptes rendus de l'exploitation en 1876 accusaient par kilomètre une recette de 4710 francs et 2900 francs de dépense.

Dans l'Illinois, quatre lignes à voie étroite, celles de Chicago, Millington et Western, Galena et Southern Wisconsin, Havana Rantoul et Eastern, Cairo et Saint-Louis forment en totalité une longueur de 365 kilomètres. La ligne de Cairo à Saint-Louis, la plus importante des quatre, a 235 kilomètres de parcours; elle traverse

des régions agricoles et plusieurs districts houillers et forestiers très productifs. Les plus fortes pentes y sont de $0^m,019$, et les courbes les plus raides, de 115 mètres de rayon; il y existe un souterrain de 150 mètres de longueur et des ponts et viaducs ayant un développement total de près de 6 kilomètres. Le poids des rails y varie de 20 à 28 kilogrammes le mètre courant. Le matériel comprend 19 locomotives du poids de 19 tonnes, 12 voitures pour voyageurs et 450 wagons de marchandises. Les transports y consistent principalement en charbons, grains et bois, expédiés en trains mixtes portant en moyenne 13 voyageurs et 60 tonnes de marchandises.

Cette ligne, mal construite et surtout mal entretenue, a vu sa circulation interrompue par l'écroulement d'un souterrain, puis par la destruction partielle de la voie, à la suite d'un débordement du Mississipi.

Pour la plupart de ces lignes, établies en général dans des pays peu accidentés, il est douteux que la voie étroite, adoptée à titre d'expédient au moment de la dernière crise, ait fait réaliser de sérieuses économies sur la voie normale, qui eût permis, en utilisant partiellement le matériel d'autres chemins de fer de même voie, de réduire les frais d'acquisition de matériel roulant.

États du Pacifique.

Les États du Pacifique, où les chemins de fer n'ont commencé à s'établir qu'à une époque plus récente, ont participé, dans une proportion relativement plus forte que les autres États, à l'extension de la voie étroite, qui, en raison de la configuration beaucoup plus accidentée du pays, de la faible densité de la population et de la nature des produits à transporter (ce sont généralement les produits minéraux qui prédominent), s'y justifie mieux qu'ailleurs.

Dans l'Utah, dont la population primitive, presque entièrement agricole et composée de Mormons, tend à s'effacer de plus en plus devant les nouveaux éléments qu'y a attirés l'exploitation des mines d'argent, de fer et de charbon récemment découvertes, les lignes à voie étroite, dont les déclivités varient de $0^m,017$ à $0^m,056$ (American Fork R.R.), formaient déjà en 1876 plus des deux tiers de la totalité des lignes.

Dans le Nevada, la ligne la plus importante, celle de Truckee à Virginia City ($86^k,5$), qui relie le principal centre d'exploitation des mines d'or et d'argent de cet État à la station de Reno, sur le Central Pacific R.R., est la seule construite à voie normale; toutes les autres, celles d'Eureka et Palisade, de Nevada Country et de Grass Valley, servant principalement au transport des minerais, sont construites avec la voie étroite de $0^m,915$, mieux appropriée à la configuration extrêmement tourmentée de cette région. Aussi le rayon des courbes y est-il presque couramment de 90 mètres.

En Californie, les lignes à voie étroite se sont développées parallèlement avec les lignes à voie normale, auxquelles elles servent généralement d'affluents. Toutefois, au nord de San Francisco, la ligne du North Pacific Coast R.R., aujourd'hui déjà construite sur 176 kilomètres, et destinée à être prolongée sur 330 kilomètres plus au nord, jusqu'à la baie de Humboldt, a le caractère d'une ligne principale.

Cette ligne, commencée en 1872, et retardée dans sa construction par divers incidents, part du port de Saucelito, séparé de San Francisco par la passe de « Golden gate » et relié par un bac à vapeur avec ce port, longe la baie sur 3 kilomètres, et franchit un bras de mer sur une estacade de 1200 mètres de longueur; puis, après avoir traversé le comté de Sonoma, longe la côte du Pacifique jusqu'à l'embouchure du Walhalla River. Elle traverse des pays fertiles, sans autres accidents de terrain que de nombreux bras de mer.

Les plus fortes pentes y sont de $0^m,022$ par mètre sur 4 kilomètres de longueur; elles se réduisent ensuite partout ailleurs à $0^m,016$; les courbes les plus raides ont 75 mètres de rayon.

Les viaducs et estacades multipliés sur le parcours de la ligne, ont une longueur totale de 5200 mètres; il y existe en outre plusieurs tunnels dont le plus grand a 480 mètres de longueur. La voie est posée sur traverses de *redwood* avec des rails de $17^k,50$. Cette ligne a coûté avec le matériel roulant 117 000 francs le kilomètre.

Les machines sont des locomotives à 4 et 6 roues couplées, pesant 22 tonnes; on a aussi employé une machine Fairlie à 6 roues couplées du poids de 32 tonnes; le reste du matériel ne diffère pas de celui des autres lignes à voie étroite.

Dans la Californie méridionale, où la chaîne de la Sierra Nevada, par sa proximité du littoral, oppose au prolongement des che-

mins de fer vers l'intérieur du continent, une barrière difficilement franchissable, d'autres lignes à voie étroite plus courtes ont été ouvertes, principalement pour relier des centres de population importants à la côte : telle est la ligne de San Luis Obispo au port d'Avila, de 57 kilomètres ; celle du port de Santa Cruz à Watsonville, station du South-Pacific R.R., de 32 kilomètres ; celle enfin de Monterey et Salinas Valley, construite par une société d'agriculteurs, pour se soustraire au monopole des grandes lignes. Cette dernière ligne, d'une longueur de 30 kilomètres, aboutit au port de Monterey, où deux vastes entrepôts ont été établis pour l'emmagasinage des grains. Construite dans des conditions analogues à celles des lignes déjà décrites, et dans un pays relativement facile, elle a coûté 40 000 francs le kilomètre.

CHAPITRE XXXII

RÉSULTATS DE L'EXPLOITATION DES CHEMINS DE FER A VOIE ÉTROITE ET CONCLUSIONS

Affectés aux exploitations les plus diverses et construits dans des conditions très variées, les chemins de fer à voie étroite du Canada et des États-Unis ont donné naturellement des résultats très différents, suivant que le choix de cette voie était plus ou moins bien approprié aux circonstances locales.

Nous avons résumé, dans un tableau que l'on trouvera plus loin, pour les plus importants, les conditions d'établissement et d'exploitation. Ce tableau permet de constater qu'en général la construction de ces lignes a été assez économique. Pour ce qui est de l'exploitation, on comprend que les Compagnies, étant encore moins assujetties sur ces lignes à voie étroite à un service régulier que sur les autres, usent alors de tous les moyens praticables pour proportionner à chaque moment la fréquence et la composition des trains à l'importance du trafic, et qu'elles puissent arriver ainsi facilement à abaisser leurs dépenses annuelles.

Si, sur les grandes lignes à voie normale, nous avons pu remarquer que l'on poussait extrêmement loin l'utilisation du matériel roulant, de manière à pouvoir se contenter d'un nombre de machines bien moindre qu'en Europe, à égalité de trafic, cette remarque s'applique également, pour ne pas dire encore davantage, aux petites lignes, où l'on se contente parfois de deux ou même d'une seule machine pour des parcours journaliers de 150 et 200 kilomètres. Le personnel lui-même est réduit à deux et même à un seul employé par kilomètre.

D'autre part, ces lignes généralement courtes, jouissant par suite

de leur isolement relatif, qui les met la plupart à l'abri de la concurrence, d'une sorte de monopole, perçoivent en général des tarifs beaucoup plus élevés que les grandes Compagnies.

Les tarifs kilométriques pour voyageurs atteignent jusqu'à 0 fr. 15 et 0 fr. 25, tandis que les tarifs pour marchandises s'élèvent jusqu'à 0 fr. 60 par tonne et par kilomètre, sur un grand nombre de lignes à voie étroite. La faiblesse des parcours, et l'importance en pareil cas des frais indépendants de la distance (*terminal charges*), comprenant le transbordement, justifient jusqu'à un certain point cette élévation.

Ce que nous venons de dire de l'exploitation des lignes à voie étroite s'applique également aux petites lignes à voie large. L'introduction des mêmes simplifications a pour résultat d'y apporter les mêmes économies, et les dépenses kilométriques annuelles, ainsi que le coût du train-kilomètre, s'y abaissent presque autant, ainsi qu'on peut le voir en comparant les chiffres donnés pour plusieurs petites lignes à voie normale aux chiffres correspondants pour la voie étroite.

Par la facilité que la voie normale fournit aux petites lignes desservant des districts agricoles, d'emprunter aux grandes Compagnies, au moment de la plus grande activité de leur trafic, le supplément de matériel dont elles peuvent avoir alors besoin, elle se prête beaucoup mieux aux fluctuations du trafic et à la réduction du matériel roulant en temps normal. Il y a même de ces petites Compagnies, dont l'exploitation se fait pendant toute l'année avec un matériel entièrement loué.

Un grand nombre de petites lignes, qu'elles soient à voie étroite ou à voie normale, sont d'ailleurs absorbées plus ou moins rapidement par les grands réseaux. C'est ainsi que dans les États de l'Ouest, par exemple, où la voie étroite, dans ces dernières années, a pris un certain développement, la grande Compagnie du Chicago et North-Western a pris possession des lignes de Desmoines et de Minneapolis (Iowa), de 90 kilomètres, et de Galena et Wisconsin, de 64 kilomètres, récemment construites avec cette voie; que celle de Chicago, Milwaukee et Saint-Paul s'est annexé la ligne du Minnesota Midland (99 kilomètres), achevée en 1878, qu'enfin l'Union Pacific s'est emparé du Colorado Central R.R.

Comparaison avec les lignes scandinaves à voie étroite. — Si main-

tenant on comparait les chemins de fer à voie étroite de l'Amérique du Nord à ceux de la Suède et de la Norwège, les deux contrées de l'Europe où ils sont le plus développés, on constaterait tout d'abord que les dépenses kilométriques de premier établissement, comme on pouvait s'y attendre, varient plus en passant d'une ligne à l'autre en Amérique, que dans ces deux derniers pays, et que, quant aux dépenses d'exploitation rapportées, soit au kilomètre exploité, soit au train kilomètre, elles oscillent à peu près entre les mêmes limites; une meilleure utilisation en Amérique y compensant les frais plus élevés de main-d'œuvre.

On ne constate pas d'autre part, en comparant, pour l'ensemble des deux contrées scandinaves, les frais d'exploitation de la voie étroite et de la voie normale sur les lignes secondaires à égalité de trafic, de différence bien sensible; la différence serait un peu plus marquée entre les deux voies en Amérique, où les frais d'exploitation s'abaissent un peu moins sur la voie normale, mais elle n'est pas assez accusée pour qu'on puisse en tirer de conséquence à l'avantage de la voie étroite.

Somme toute, on peut conclure que d'un côté comme de l'autre de l'Atlantique, c'est surtout et presque exclusivement la construction qui peut bénéficier de l'adoption de la voie étroite [1].

---

1. Les comptes rendus statistiques publiés pour l'année 1878 par les gouvernements suédois et norvégien accusent pour les 1540 kilomètres de voie étroite exploités à cette époque un prix kilométrique de premier établissement variant entre 25 648 francs et 100 537 francs en Suède, et entre 65 624 francs et 148 781 francs en Norwège.

La dépense kilométrique d'exploitation oscille entre 1567 francs et 11 000 francs dans le premier de ces deux pays, et le prix de revient du train-kilomètre entre $1^f,03$ et $3^f,17$, tandis que dans le second la dépense kilométrique d'exploitation ne descend pas au-dessous de 2440 francs, ni le prix du train-kilomètre au-dessous de $1^f,89$. Pour les deux pays pris ensemble, la dépense kilométrique d'exploitation est en moyenne de 3183 francs, et le prix de revient moyen du train-kilomètre, de $1^f,94$.

Pour les petits chemins de fer à voie normale de l'ensemble des deux pays, où le prix du kilomètre construit a varié entre 47 800 francs et 100 851 francs, en laissant de côté les chemins de l'Etat, beaucoup plus coûteux, les dépenses d'exploitation restent comprises entre $1^f,13$ et $3^f,93$ par train-kilomètre. La moyenne de la dépense kilométrique est de 3950 francs, et celle du prix de revient du train-kilomètre, de $2^f,01$.

Les tarifs moyens perçus par kilomètre, ne dépassant pas 7 centimes par voyageur et 20 centimes par tonne, sont beaucoup moindres sur les lignes scandinaves que sur les lignes américaines; le coefficient d'exploitation à égalité de trafic est en conséquence plus élevé sur les premières que sur les secondes, les frais d'exploitation étant à peu près les mêmes sur les unes et les autres.

CHEMINS DE FER A VOIE ÉTROITE

CONDITIONS D'ÉTABLISSE-

NOMS DES LIGNES.	ÉTABLISSEMENT.								
	VOIES ET STATIONS.					MATÉRIEL ROULANT			
	LONGUEUR.	DÉCLIVITÉ MAXIMA par mètre.	RAYON MINIMUM des courbes.	POIDS DES RAILS par mètre courant.	NOMBRE DE STATIONS.	LOCOMOTIVES.	VOITURES A VOYAGEURS et à bagages.	WAGONS pour marchandises.	PRIX TOTAL D'ÉTABLISSEMENT par kilomètre.
	kilom.	mètres	mètres	kilog.					fr
POSSESSIONS ANGLAISES.									
CANADA. Largeur de 1,067.									
Toronto, Bruce et Grey	307	0,020	140	18 à 19 fer.	22	20	18	424	70080
Toronto-Nipissing	170	0,020	140	20 à 28 fer et acier	13	12	18	275	63000
Ile du Prince-Edouard	320	0,014	120	20 fer.	65	18	29	250	53878
ÉTATS-UNIS. Largeur de 0,915.									
MASSACHUSETTS.									
Boston-Revere-Beach	14	pentes insensibles.	—	25 fer.	8	5	23	25	185 000 sans le matériel naval.
Martha-Vineyard	14	»	—	15 acier.	—	1	4	6	39250
NEW-YORK.									
Bath et Hammondsport	14,6	—	—	20	—	2	4	4	45300
New-York et Manhattan beach	37	—	—	20 acier.	—	13	79	32	140740
Springville et Sardinia	18,7	—	—	12,5	5	2	8	—	16530
Olean, Bradford et Warren	20	0,035	58	20	4	3	6	113	35946
PENNSYLVANIE.									
Ligonier Valley	17	—	—	17,5 fer 15 acier	11	2	3	9	15416
Montrose	45	0,018	96	20 fer.	13	2	3	14	40990 dont 2173 équipement
Peach Bottom	96,6	0,019	90	15 fer.	36 dont 3 à eau.	6	11	41	1016 pour équipement seulement.
Pittsburg Southern	62	—	—	15 à 25 fer.	28 dont 3 à eau.	3	6	44	—

DE L'AMÉRIQUE DU NORD.

MENT ET D'EXPLOITATION.

EXPLOITATION.											OBSERVATIONS.
Nombre de trains réguliers par jour dans chaque sens.	Vitesse des trains en kilomètres par heure.	Nombre d'employés.	Tarif kilométrique moyen. Par voyageur.	Tarif kilométrique moyen. Par tonne de marchandises.	Nombre de voyageurs transportés, rapportés à la distance totale.	Nombre de tonnes transportées, rapportées à la distance totale.	Recette kilométrique.	Dépense kilométrique.	Coefficient d'exploitation.	Prix du train-kilomètre.	
			fr.	fr.			fr.	fr.	°/o	fr.	
3 trains dont 1 mixte.	20 à 25	—	—	—	118652 à diverses distances	92855 à diverses distances.	4641	3290	70	2,14	Voyageurs, bois, grains.
1 train voyag. 1 train mixte.	15 à 25	—	—	—	89613 à diverses distances.	84694 à diverses distances.	6665	4898	73	2,01	Id.
1 train mixte.	21 mixtes.	—	—	—	100046 à diverses distances.	38668 à diverses distances.	1966	3640	185	2,79	Id.
6 à 21 trains.	—	70	0,125 à 0,25	—	571840	—	47654	32300	67	1,98	Voyageurs seulement.
1 train.	14	10	—	—	18570	—	1732	1670	96	2,44	Id.
3 trains.	22	—	0,12	0,46	15586	5330	3986	2238	55	2,58	Voyageurs, charbons, fruits.
12 en moyenne	32 voyag. 19 march.	—	0,10	0,48	46210	4621	40300	24800	62	3,28	Voyageurs et objets divers.
2 trains.	19	—	0,15	—	8000	2400	2207	1535	68	1,37	Voyageurs seulement.
4 trains p. jour irréguliers.	24 voyag. 13 march.	—	0,15	0,39	87600	18800	19020	9778	49	4,23	Voyageurs, bois, charbons, produits manufacturés.
3 trains mixtes de 8 wagons.	20 à 24	13	0,15	0,15 transit 0,60 local.	8873	11880	3986	1701 dont 400 voie.	42	1,39	Charbon.
2 trains mixtes	16	—	0,12	0,14	6010	8263	2309	1996 dont 360 voie.	87	2,23	Id.
3 de 3 à 5 wagons.	16 à 24	50	0,11	0,12 à 0,15	47670 voyageurs en tout.	22614 marchandises en tout.	2082	1041 dont 398 voie.	50	—	Bois, anthracite et engrais.
3 voy. et 1 marchand. de 3 à 6 voitures.	16 à 21	100	0,12	—	—	14277	2219	2585 dont 510 voie.	116	—	Charbon bitumineux, et marchandises diverses.

NOMS DES LIGNES.	ÉTABLISSEMENT. — VOIES ET STATIONS. — LONGUEUR.	DÉCLIVITÉ MAXIMA par mètre.	RAYON MINIMUM des courbes.	POIDS DE RAILS par mètre courant.	NOMBRE DE STATIONS.	MATÉRIEL ROULANT. — LOCOMOTIVES.	VOITURES A VOYAGEURS et à bagages.	WAGONS pour marchandises.	PRIX TOTAL D'ÉTABLISSEMENT par kilomètre.
	kilom.	mètres	mètres	kilog.					fr.
Waynesburg-Washington...	45	—	—	15	—	2	4	11	17522 équipement 2207
Bell's Gap..................	13,36	0,029	60	17,5 fer.	5	2	3	45	69973
East Broad Top............	48,3	0,026	100	20 à 25 fer.	9	4 de 20 t. 2 de 10 t.	14	177	91560 dont 11000 équipement.
Foxburg, Petersburg.......	21,2	—	—	20 fer.	8	3	5	18	38361 dont 9581 équipement.
Green Lick................	5,63	—	—	12 et 15 fer.	3	1 locom.	1	17	29641 dont 5601 pour équipement.
Kendall et Eldred..........	24,15	0,29	58	17,5 fer. 15 acier.	8	4 de 18 t.	8	65	31000
CAROLINE DU NORD.									
Chester-Lenoir............	80	0,02	280	15 fer.	3	3 de 10 t.	2	20	25936
OHIO.									
Cincinnati et Eastern......	99,8	—	—	15 fer.	29 dont 7 avec télégraphe.	3 de 15 t. 2 de 11 t.	6	60	67300 dont 10582 équipement.
Cincinnati et Portsmouth...	32,8	—	—	17,5 fer.	20	2 de 16 t.	23	»	34090 dont 4447 équipement.
Dayton et Great Eastern....	110,7	—	—	17,5 fer.	28 dont 4 avec télégraphe.	4 de 16 t.	5	54	44100 dont 2570 équipement.
Springfield Jackson.........	174	—	—	17,5	23 dont 9 avec télégraphe.	11 de 16 t.	5	274	38580 dont 4447 équipement.
Toledo et Maumee..........	12,88	—	—	12,50	1 station arrêts partout.	2 de 9 t.	1	4	25541
Youngstown et Connotton-Valley..................	29	—	—	17,50	3	2 de 7 t.	4	20	—

EXPLOITATION.											
NOMBRE DE TRAINS RÉGULIERS par jour dans chaque sens.	VITESSE DES TRAINS en kilomètres par heure.	NOMBRE D'EMPLOYÉS.	TARIF kilométrique moyen. PAR VOYAGEUR.	TARIF kilométrique moyen. PAR TONNE de marchandises.	NOMBRE DE VOYAGEURS transportés, rapportés à la distance totale.	NOMBRE DE TONNES transportées, rapportées à la distance totale.	RECETTE KILOMÉTRIQUE.	DÉPENSE KILOMÉTRIQUE.	COEFFICIENT D'EXPLOITATION.	PRIX DU TRAIN-KILOMÈTRE.	OBSERVATIONS.
			fr	fr.			fr.	fr.	°/₀	fr.	
2 trains mixtes de 4 voitures.	19	37	0,11	0,12 transit 0,60 local.	14560	5930	2932	2173 dont 906 voie.	70	1,11	Marchandises diverses.
2 trains dont 1 mixte.	16	26	0,11	0,30	12700	78840	13441	7585 dont 1500 voie	56	2,65	Id.
4 trains de voyageurs.	28 voyag. 20 march.	102	0,11	0,20	8231	104498	10096	5725 dont 1420 voie	57	2,27	Id.
4 trains de voy. p. jour de 4 wagons.	20	45	—	0,36	14200	3762	7492	507780 dont 1667 voie	106	—	Id.
Trains irrégu-liers de 12 voitures chacun.	10	7	—	0,33 char-bon.	200 par an.	12500	3503	3410	97	3,20	Transport presque exclusif de charbon.
4 trains composés de 3 wagons; 1 voiture par train de march.	13 à 24	—	0,15	,062	107700	18600	30845	9534	31	1,95	Charbon, fer et bois.
4 trains irréguli rs.	—	3	0,15	0,39 en moyenne	87600	18800	19020	9778	49	4,23	
2 trains.	25 voyag. 16 march.	92	0,09	0,04	36451 en tout.	16829	2795	1922	67	1,80	Voyageurs principalement.
—	16 à 22,5	—	0.12	0,15 à 0,48	30144 en tout.	1834 en tout.	1915	1491	74	1,19	
2	25	116	0,10 à 0,30	0,06 à 0,24	74757	—	4262	2914	69	1,70	
—	16 à 29	315	0,15 à 0,10	»	73889	91422	3573	3077	90	1,63	
—	22	10	0,09	0,60	33674	274	2868	3120	109	—	
2 trains.	22	13	0,15 à 0,10	0,06 à 1,00	3972	1611	766	565	73	1,05	

NOMS DES LIGNES.	ÉTABLISSEMENT. — VOIES ET STATIONS. — LONGUEUR.	DÉCLIVITÉ MAXIMA par mètre.	RAYON MINIMUM des courbes.	POIDS DES RAILS par mètre courant.	NOMBRE DE STATIONS	MATÉRIEL ROULANT. — LOCOMOTIVES	VOITURES A VOYAGEURS et à bagages.	WAGONS pour marchandises.	PRIX TOTAL D'ÉTABLISSEMENT par kilomètre.
	kilom.	mètres	mètres	kilog.					fr.
ILLINOIS.									
Cairo et Saint-Louis........	235	0,019	115	20 acier.	35	16	14	430	149462
Havana-Rantoul et Eastern..	121,8	—	—	15 et 17 fer.	7	2	3	87	25308
MICHIGAN.									
Mineral Range....	20.1	0,04	120	17 et 25 fer.	4	3	3	29	97640
MINNESOTA.									
Minnesota Middland........	96	—	—	17,5	14	5	3	105	30552
COLORADO.									
Denver et Rio Grande	1219	0,046	58	15 et 20 en fer et acier	1 station par 10 k. sur la ligne principale.	101	89	2709	143300
Colorado Central..........	354	0,055	48,50	17 à 28 acier.	16 stations sur 38 k.	9	11	118	33200
ÉTATS DU PACIFIQUE.									
Nevada County............	36,50	0,023	90	17,5 fer.	3 stations..	3	4	36	79575
North Pacific Coast	122,76	0,024	38	17,5 fer.	22 stations.	12	20	304	117900
San Luis................	17,30	0,019	80	21 fer.	—	2	1	24	71300
Santa Cruz................	34	0.02	40	16	3 stations.	3	7	29	85130
South Pacific Coast.........	47,9	0,06	120	29	—	3	4	84	55940
PETITES LIGNES									
MASSACHUSETTS.									
Springfield et N. Eastern ..	78	—	--	28 fer.	6	5	8	36	94530
NEW-YORK.									
Port Jervis et Monticello....	38	—	—	29 fer.	8	2	2	4	148000
PENNSYLVANIE.									
Newcastle et Franklin......	61	—	—	28 fer.	15	3	2	28	87515 dont 4667 équipement.
ILLINOIS.									
Indianopolis Decatur.......	227	—	—	28 fer.	20	6	8	250	106950
IOWA.									
Iowa Middland............	110,76	—	—	28	14	Matériel loué.			66944
MINNESOTA.									
Worthington et Sioux Falls..	94,3	—	—	29	6	2	3	—	44627

EXPLOITATION.											
Nombre de trains réguliers par jour dans chaque sens.	Vitesse des trains en kilomètres par heure.	Nombre d'employés.	Tarif kilométrique moyen. Par voyageur.	Tarif kilométrique moyen. Par tonne de marchandises.	Nombre de voyageurs transportés, rapportés à la distance totale.	Nombre de tonnes transportées, rapportées à la distance totale.	Recette kilométrique.	Dépense kilométrique.	Coefficient d'exploitation.	Prix du train-kilomètre.	OBSERVATIONS.
			fr.	fr.			fr.	fr.	°/o	fr.	
2 trains régu-liers p. jour.	—	585	0,10	0,966	79316	141130	572[illegible]	4693	82	2.20	Grand transport de fruits.
2 trains.	18	48	0,11	0,085	10320	51121	3061	1790	59	1.92	
3 tr. mixtes par jour.	24	—	—	0,16	80880	104960	20670	13950	60	3,81	
—	—	—	—	—	3527	25406 à diverses distances.	2756	2612	97	2,07	
2 tr. voyag. 2 tr. mixtes.	28 k. voy. 16 k. marchandises.	—	—	—	140840	651834	22792	11583	50	—	
4 tr. voyag.	16	—	—	—	—	—	11340	6591	58	—	
4 tr. voyag. par jour.	18	—	0,18	0,45 à 1.40	49958 à diverses distances	19814 à diverses distances.	14546	7877 dont	54	2,52	
2 tr. voyag.	23	—	0,16	0.14 à 0,60	264828 à diverses distances.	50410 à diverses distances.	11191	8339	75	3,25	
Irréguliers.	—	—	0,25	0,40 à 0,80	—	—	11705	4888	42	3,53	
4 trains.	—	—	0,16	0.40	23266 à diverses distances.	16909	6082	4660	77	3.29	
Non encore exploité régulièrement.											
A VOIE NORMALE.											
2 voyag.	30	—	—	—	4784	5080	6299	3205	51,5	1 61	
2 voyag.	32	—	—	—	12800	10320	3596	3183	80	3.29	
2. 1 mixte.	30 et 19	—	—	—	8630	18070	4340	2109	48,6	1,32	
3 voyag.	30	—	—	0,10	4860	17036	3645	2815 dont 376 voie.	76	2,10	
2 voyag.	31	—	—	0,08	13320	20720	3369	3210	95	2,30	
1	22	—	0,11	0,08	12290	40110	4948	2622	53	4,53	

CONGRÈS TENUS A SAINT-LOUIS ET A CINCINNATI.

Nous avons constaté au commencement du chapitre XXXI, quel vif intérêt avait excité à la fois dans le monde technique et financier l'introduction de la voie étroite sur les chemins de fer de l'Amérique du Nord. Indépendamment de nombreuses publications dans un sens, soit favorable, soit défavorable, la question de la voie étroite a provoqué plusieurs congrès ou *conventions* auxquelles ont pris part surtout les partisans de la voie étroite.

La première de ces conventions s'est tenue à Saint-Louis dans l'été de 1873. Un comité de 11 membres a été chargé de présenter un rapport sur l'utilité des chemins de fer à voie étroite, sur les meilleurs moyens de les faire servir au développement de la richesse publique dans les divers États, et sur les bases uniformes qu'il pourrait y avoir lieu d'adopter pour les étendre.

Le comité, se plaçant surtout au point de vue financier, a commencé par proclamer la supériorité de la voie étroite sur la voie normale, en raison des facilités que, par sa construction et son exploitation économiques, elle donnait aux Compagnies pour se former et pour réunir les capitaux de premier établissement.

D'après ce comité, l'économie de la construction, surtout grande en pays de montagnes, ne devait pas être encore de moins de 40 pour 100 en pays de plaines, par suite des réductions de dépense opérées à la fois sur les terrassements, sur la voie et sur le matériel roulant.

Quant à l'exploitation, il estimait que les diminutions opérées sur les dépenses de traction, par suite de la réduction du poids mort des véhicules et sur celles d'entretien de la voie, que le moindre poids du matériel roulant fatigue beaucoup moins, devaient procurer au moins sur ce chapitre une économie de 25 pour 100.

Le comité exprimait en outre l'avis que, sous le rapport de la puissance de trafic et de la vitesse, les lignes à voie étroite étaient aussi bien en mesure de répondre dans la plupart des cas aux besoins du trafic que les lignes à voie normale, le transport du même poids utile exigeant moins de puissance de traction sur les premières que sur les secondes, et les vitesses de 30 à 40 kilomètres à l'heure pour les trains de voyageurs, et de 14 à 20 kilomètres pour ceux de marchandises, qu'on ne dépassait pas en général

sur les lignes à voie normale, étant parfaitement compatibles avec l'usage de la voie étroite.

Passant ensuite à l'examen de la question des transbordements, le comité, évaluant d'une part à 0 fr. 017 par tonne et par kilomètre l'économie à réaliser sur les transports par voie étroite, et à 1 franc le prix du double transbordement à effectuer à chaque extrémité d'une voie étroite, en concluait que, rien qu'au point de vue des frais d'exploitation, il n'y avait pas à hésiter à recourir à celle-ci pour un embranchement, dès qu'il avait une longueur d'au moins 60 kilomètres.

Pour favoriser l'extension de la voie étroite qui lui paraissait appelée, non seulement à être établie exceptionnellement pour un service exclusivement local, mais encore à former de grands réseaux, le comité, ainsi que nous l'avons déjà dit, recommandait enfin l'adoption de la voie de trois pieds ou $0^m,915$, comme la plus répandue et celle d'une hauteur uniforme de plate-forme de $0^m,81$, mesurée au-dessus du niveau des rails pour tous les wagons.

Pour ce qui est de la traction, il était d'avis de se restreindre à l'emploi de locomotives de 18 à 24 tonnes de poids total, à 4 ou 6 roues couplées, de manière à ne pas dépasser une charge de 3 tonnes sur chaque roue motrice, soit environ la moitié des charges portées par les roues motrices des plus fortes machines de la voie normale, et à réduire le poids des rails en conséquence.

A cette première réunion, avaient été présentés divers projets de chemins de fer à voie étroite à établir dans le Texas, le Tennessee et le Maryland, auxquels il ne paraît pas avoir été donné suite. Pour la plupart des lignes du Texas et du Maryland, on s'en est tenu, après une discussion approfondie, à la voie normale, et, dans le Tennessee, il n'existait encore à la fin de 1876 que 24 kilomètres de voie étroite.

Au deuxième congrès qui s'est tenu à Cincinnati en octobre 1878, les ingénieurs partisans de la voie étroite, réunis sous la présidence de M. E. Hulbert, qui avait été secrétaire de la réunion précédente, tout en constatant les progrès faits par la voie étroite, qui, au 1er janvier 1878, s'étendait sur près de 5000 kilomètres, situés dans 32 États différents, se sont montrés disposés à attribuer à ce système de voie un rôle plus restreint, en reconnaissant qu'elle était surtout propre à faciliter la colonisation et l'exploitation des régions difficilement accessibles, et à devenir l'auxiliaire de la voie large, réservée pour les longs parcours et les forts trafics.

La réunion de Cincinnati, moins confiante dans l'avenir de la voie étroite que celle de Saint-Louis, a tenu à se renfermer sur le terrain essentiellement pratique en s'occupant surtout de tracer des règles pour arriver à une meilleure organisation du matériel et de l'exploitation sur la voie étroite.

Nous avons précédemment indiqué les règles qu'elle avait formulées pour la construction du matériel fixe et roulant.

RÉSUMÉ.

Bien que le nombre de kilomètres de lignes à voie étroite construites aux États-Unis ait été assez considérable depuis la crise financière de 1873, nous avons déjà constaté que les partisans de la voie étroite étaient revenus en ce qui la concerne à des prétentions beaucoup plus modestes. Ils n'ont pas tardé à reconnaître, qu'en voulant l'introduire sur les grandes lignes, ils avaient fait fausse route, pour ne pas dire un pas en arrière.

Les ingénieurs favorables à l'introduction de la voie étroite, partant de ce fait que le matériel de transport construit pour l'exploitation de cette voie comportait un rapport beaucoup plus avantageux de la capacité utile au poids mort que le matériel circulant sur les grandes lignes à voie normale, en ont conclu que la première avait sur la seconde l'avantage d'une plus grande puissance de trafic, la charge utile des trains pouvant être augmentée notablement à égalité de force des machines.

Si c'était là un mérite réel, il ne pouvait être considéré comme le fait de l'emploi de la voie étroite, car, ainsi que l'ont fait remarquer MM. W. W. Evans et B. H. Latrobe, il suffisait de se reporter aux premiers temps de la construction des chemins de fer, pour retrouver sur les lignes à voie normale des wagons beaucoup plus légers, capables de porter un poids triple de leur poids mort, à une époque où l'on se contentait de machines de 7 à 10 tonnes circulant sur des rails de 17 kilogr. par mètre courant. A mesure que le trafic est devenu plus considérable et la vitesse plus grande, on a été conduit à faire les wagons beaucoup plus solides et partant beaucoup plus lourds, et il est probable qu'il en serait de même pour les nouveaux wagons de la voie étroite au bout de quelques années de service.

Le propre du matériel de la voie étroite doit être évidemment,

non de réaliser un rapport plus favorable entre la charge utile et le poids mort des wagons supposés complètement chargés, mais de procurer une meilleure utilisation de leur capacité en diminuant la place perdue, quand on a peu de chances de les remplir entièrement.

Il s'ensuit que la voie étroite, contrairement à ce qu'ont prétendu tout d'abord ses partisans, convient surtout à un trafic faible et essentiellement local, comme celui qui a lieu sur une ligne où les éléments de trafic, partout peu nombreux, se trouvent disséminés entre un grand nombre de stations, sans fournir nulle part de long parcours. Si elle s'applique avec succès aux petits embranchements industriels, c'est qu'elle se prête en outre tout particulièrement à l'exploitation des mines et des usines, où sa grande flexibilité lui permet de pénétrer plus aisément, en même temps que les moindres dimensions de ses wagons les rendent plus facilement manœuvrables.

Quant aux économies que l'on a prétendu réaliser, soit par la construction, soit par l'exploitation de la voie étroite comparée à la voie normale, ils offrent surtout en Amérique matière à discussion

Sur les terrains unis, où l'on se contente habituellement, aux États-Unis, de poser les traverses sur le sol simplement essarté et dressé, il est clair que l'économie de construction porte principalement sur la longueur des traverses, si l'on suppose la voie étroite et la voie normale construites avec une égale légèreté et établies par conséquent avec les mêmes rails ; elle est donc insignifiante. M. Latrobe n'évaluait pas cette économie à plus de 1163 francs par kilomètre de voie unique, en supposant même des tranchées de $1^{m},50$ de profondeur sur la moitié de la ligne; elle serait encore moindre pour un terrain complètement uni comme celui des prairies, où a été, par exemple, établi le Kankakee et South Western R.R., construit, sur $59^{k},5$, par la Compagnie de l'Illinois Central, avec de vieux rails achetés 100 francs la tonne. Cette ligne à voie normale a été établie pour un prix total de 1 250 000 francs, soit à raison de 20 833 francs par kilomètre, prix qui serait à augmenter de 4000 francs environ, si les rails eussent été neufs.

Dans ces conditions, qui sont loin d'être rares en Amérique, il est difficile de voir ce que l'on gagnerait avec la voie étroite, qui ne ferait pas d'ailleurs la part assez large à l'extension du trafic, dans un pays où ses progrès sont plus rapides qu'ailleurs.

Dans les terrains accidentés, où les terrassements ont plus d'importance, M. Latrobe évaluait l'économie procurée par la voie étroite à 5000 francs environ, en supposant en moyenne des tranchées de $6^m,35$; mais il est à remarquer que l'économie, en pareil cas, ne doit pas se calculer en supposant les deux lignes suivant exactement le même tracé en plan ; car la plus grande facilité que donne la voie étroite pour le tracé des courbes permet alors d'éviter des escarpements dans lesquels pénétrerait plus ou moins profondément un tracé moins sinueux, et c'est ainsi que son application a rendu relativement économique, dans les États du versant du Pacifique, ainsi que dans l'Utah et le Colorado, la construction des chemins de fer.

En pareil cas, l'adoption de la voie étroite a été d'autant mieux motivée, qu'il s'agissait principalement d'offrir des débouchés à l'exploitation des mines, dont les produits, versés directement des wagons à voie étroite dans les wagons de la voie normale, ne comportent pas pour ainsi dire de frais de transbordement. Elle conduit alors, il est vrai, à augmenter notablement le parcours, dont l'excédent, pour une ligne de $64^k,4$, étudiée dans les Montagnes Rocheuses, vers Cimarron, sur la frontière du Nouveau Mexique, n'a pas été évalué à moins de 8 kilomètres, soit à 12,5 pour 100, par suite de la substitution de rayons de 100 mètres à des rayons minima de 175 mètres en voie normale, et de l'adoption de déclivités de $0^m,019$ en remplacement de pentes de $0^m,024$; mais il est certain que l'allongement, qui permet d'ailleurs alors de mieux desservir les exploitations minières échelonnées le long de la vallée, trouve une ample compensation dans la réduction des dépenses d'infrastructure.

Si l'économie à réaliser sur l'article de la construction par l'adoption de la voie étroite peut, dans certaines circonstances exceptionnelles, s'élever à 30 et 40 pour 100 en Amérique, celle qu'elle peut procurer à l'exploitation, reconnue d'ailleurs bien moindre par les plus chauds partisans de cette voie, est beaucoup plus problématique. Les dépenses d'exploitation dépendant essentiellement de l'état de la voie, le plus souvent livrée à l'exploitation dans un état rudimentaire, et de la manière dont l'exploitation est organisée, il serait extrêmement difficile d'établir sous ce rapport une comparaison sérieuse entre les lignes à voie étroite et à voie normale, puisque le minimum des frais d'exploitation ne peut pas

être établi, dans l'un et l'autre cas, pour des conditions identiques de trafic.

Par ce qu'on sait des lignes à voie étroite existant en Europe, on est porté à croire que ce minimum est un peu moindre pour la voie étroite que pour la voie normale; on peut en conclure que la différence, si elle existe aussi en Amérique, est très faible, par suite du nombre d'éléments indépendants de la largeur de voie, dont les variations d'une ligne à l'autre peuvent balancer l'influence de cette largeur dans les dépenses annuelles d'exploitation, et que, si elle peut justifier l'adoption de la voie étroite dans des pays d'ailleurs isolés où l'exploitation et le trafic rencontrent des conditions stables et bien définies, elle ne saurait être prise en sérieuse considération là où l'on peut user, comme aux États-Unis, d'un grand nombre de moyens plus efficaces d'alléger les charges de l'exploitation dans les premières années, et où le plus souvent on a toutes chances de voir grandir le trafic.

Ajoutons que les grandes fluctuations survenant dans l'activité du trafic, qui, sur beaucoup de lignes, surtout agricoles, est très considérable pendant certains mois de l'année et très faible le reste du temps, et qui, d'une année à l'autre, varie beaucoup avec l'importance des récoltes, s'accommodent assez mal d'un système de voie qui tend à diminuer son élasticité, sans lui offrir la ressource, en cas de disette de matériel, de recourir au matériel des autres lignes[1].

Les lignes à voie étroite des États-Unis, pas plus que les lignes à voie large, n'ont été d'ailleurs exemptes d'insuccès; les faillites qui ont atteint le Denver et Rio Grande R.R., le Toronto Grey et Bruce R.R. et diverses autres lignes, en sont la preuve.

Reconnaissons cependant qu'en Amérique, le principal inconvénient de la ligne étroite, le transbordement, est, dans la plupart des cas, moins grave qu'en Europe. Outre que les marchandises formant la grande masse des transports, comme les charbons, minerais, grains, se prêtent au versement direct dans de plus grands

1. Les obstacles que la voie étroite, adoptée sur de longs parcours, peut opposer dans certains cas à l'expansion du trafic ont été signalés à propos de la voie d'un mètre existant aux Indes anglaises dans l'État de Radjpootana. Pendant une disette, les grands approvisionnements accumulés sur certains points de cette ligne, en vue de porter secours aux populations affamées, n'ont pu être transportés à destination qu'avec d'énormes retards, qui ont contribué à diminuer notablement l'efficacité de ces secours.

wagons, les caisses des wagons elles-mêmes, ainsi que nous l'avons vu au chapitre XIV, peuvent être facilement soulevées pour s'adapter à des trucks de voies différentes; il y a là un réel avantage qui, joint à celui d'une plus grande flexibilité, militerait en faveur de l'adoption du système de matériel américain sur certaines lignes européennes, où l'on serait amené à greffer des embranchements à voie étroite.

En définitive, les chemins de fer à voie étroite, qui constituent dans certains cas la meilleure appropriation possible de la voie aux conditions locales, suivant le principe servant habituellement de guide aux ingénieurs américains, ne pouvaient, pour ce motif, manquer de fixer leur attention. Essayés sur certains points à titre de pur expédient, dans un but d'économie, sans un examen approfondi de ces conditions, appliqués ailleurs d'une manière plus judicieuse et avec une meilleure entente des ressources qu'ils offrent dans des pays accidentés et placés dans un état d'isolement relatif, aux produits desquels il s'agit de créer des débouchés, ils ont donné des résultats analogues à ceux que l'on connaît en Europe.

Leur extension rapide dans ces dernières années a été principalement déterminée par des nécessités financières, plus impérieuses en Amérique qu'en Europe, où les capitaux sont en temps ordinaire plus abondants et moins sujets à se raréfier en temps de crise; mais comme la voie étroite se prête mal à l'extension du trafic, elle ne peut avoir, eu égard à la rapidité avec laquelle tend à se faire partout cette extension, qu'un rôle tout à fait exceptionnel et secondaire, sur la portée duquel le grand développement qu'elle a pris dans ces dernières années sur certains points n'est pas de nature à donner le change; les meilleurs esprits apprécient trop aujourd'hui les avantages de l'unification de la voie, dans un pays où il s'agit de faire circuler économiquement et sans rompre charge, d'immenses quantités de produits à d'énormes distances, pour favoriser le développement inconsidéré d'un système de voie qui pourrait devenir un obstacle à cette circulation.

DIXIÈME PARTIE

CHEMINS DE FER DANS LES VILLES

CHAPITRE XXXIII

TRAMWAYS

INTRODUCTION

On n'aurait qu'une idée incomplète du rôle que les chemins de fer jouent dans l'Amérique du Nord, si, ne considérant que les chemins de fer proprement dits reliant entre eux les divers centres de population dispersés à des distances plus ou moins considérables à la surface des divers États, on laissait de côté l'application qui en a été faite à l'intérieur des villes aux besoins de la circulation locale. Cette application emprunte d'ailleurs au mode de groupement des populations, ainsi qu'à la configuration et à l'état général des voies de communication, un caractère particulier.

On sait en effet que les villes américaines diffèrent essentiellement des villes européennes, aussi bien par l'ampleur avec laquelle il a été pourvu dès le commencement aux besoins de la voirie et de leur développement futur, que par la régularité des alignements. Elles ne sont pas nées, comme la plupart de ces dernières, à l'abri d'enceintes fortifiées, à l'intérieur desquelles il s'agissait d'utiliser le mieux possible un espace restreint. Les rares tribus qui occupaient jadis le pays, refoulées et tenues en respect par quelques milliers de soldats, ont livré à la colonisation d'immenses terri-

toires, où elle a joui immédiatement d'une sécurité généralement suffisante pour pouvoir s'établir tout à son aise aussi largement qu'elle pouvait le désirer.

Dans les États de l'Ouest, à peine quelques colons sont-ils venus former, sur le bord d'une rivière ou près d'une station de chemin de fer, le noyau d'une agglomération susceptible d'agrandissement, qu'une municipalité y est constituée. Son premier soin est de faire tracer un double système de rues se coupant à angle droit ; le long de ces rues, dont la largeur, rarement inférieure à 20 mètres, atteint souvent 30 mètres, et dont la disposition reproduit sur une moindre échelle le système de division en échiquier des Comtés et des États eux-mêmes adopté par le Gouvernement fédéral, les colons viennent établir leurs habitations à leur convenance, le plus souvent sans chercher à se rapprocher les uns des autres, chacun d'eux achetant beaucoup plus de terrain qu'il ne lui en faut pour lui-même, dans l'espoir de réaliser plus tard un bénéfice en vendant beaucoup plus cher ce qu'il n'occupe pas.

Dans les villes les plus anciennes des Etats de l'Est, comme celles de New-York, Boston, Philadelphie, Baltimore, où l'agglomération première était plus resserrée, les nouveaux quartiers habités par les ouvriers et les hommes d'affaires, qui, tout en continuant d'avoir dans les vieux quartiers le centre principal de leurs occupations, ont cherché à se loger plus commodément ailleurs, se sont construits dans les mêmes conditions de régularité et d'ampleur que les villes nouvelles de l'Ouest. Comme la plupart des villes, tant des États de l'Est que de ceux de l'Ouest, occupent en outre généralement au fond des vallées des terrains assez unis, il s'ensuit qu'elles se prêtent avec la plus grande facilité à l'établissement de tramways. Cet établissement est appelé à y rendre d'autant plus de services, que les trajets, en raison de la dissémination des habitations, y sont plus considérables et les voitures ordinaires plus rares.

Un autre motif vient s'ajouter aux précédents pour qu'on y soit plus porté qu'ailleurs vers la construction des tramways. C'est le mauvais état des chaussées à l'intérieur des villes, où il n'existe de pavages que dans un petit nombre de rues, les chaussées étant généralement construites en blocage, quand elles ne consistent pas uniquement en une couche de gravier ou de pierres grossièrement cassées. La grande largeur des chaussées à entretenir et leur dé-

veloppement exagéré ne permettent pas le plus souvent de songer à faire mieux[1].

Couvertes de boue pendant l'hiver, de poussière pendant l'été, parsemées en tout temps de flaques et d'ornières, les rues sont difficilement praticables pour les voitures ordinaires, et la voie ferrée, qui peut à la rigueur s'accommoder de cette situation défectueuse, se trouve naturellement indiquée pour y remédier.

Si, d'autre part, la traction par chevaux sur les tramways est le cas le plus général, et n'a cessé d'être considérée comme la plus susceptible de concilier les exigences de la sécurité publique avec le bon marché des transports à l'intérieur des villes, d'autres systèmes de traction ne pouvaient manquer d'être essayés, là où la traction par chevaux devenait impraticable ou trop dispendieuse. A cet égard, les ingénieurs n'ont pas hésité à faire varier les solutions suivant les circonstances, et nous verrons plus loin la traction par câble par exemple, d'abord restreinte à un petit nombre de cas où il s'agissait de franchir de hauteurs considérables, et organisée d'abord dans les mêmes conditions qu'en Europe, acquérir, par suite de perfectionnements ingénieux, une importance nouvelle, et prendre une extension qu'elle ne semblait pas comporter tout d'abord.

TRAMWAYS ORDINAIRES.

Établissement de la voie.

On sait que c'est en Amérique que la traction sur rails par chevaux, pratiquée depuis longtemps dans l'exploitation des mines en Angleterre, a commencé à être appliquée aux besoins de la circulation urbaine. Dans son ouvrage récent sur les tramways, M. D. K. Clark[2] rappelle que dès 1832 il avait été établi entre New-York et

1. Les inconvénients de la trop grande extension des villes eu égard à la population qu'elles renferment pèsent lourdement sur le budget des municipalités. Dans le message du maire de Saint-Louis pour 1878, on trouve à ce sujet ce passage significatif : « C'est un malheur, à certains égards, que la ville de Saint-Louis partage avec beaucoup d'autres villes, d'avoir eu trop de facilité à s'étendre. Il en est résulté une dissémination de la population sur une superficie beaucoup trop vaste, et une étendue exagérée des rues, dont l'entretien surcharge les finances municipales. »

Le même message constatait que, sur 466 kilomètres de rues, il n'y avait que 16 kil. pavés, dont $1^k,6$ en grès et le reste en bois.

2. Cet ouvrage a été traduit en français par M. O Chemin.

Harlem un premier tramway, qui n'eut aucun succès et finit par être abandonné. Ce fut un Français, M. Loubat, qui remit les tramways en faveur à New-York vers 1852, par la construction d'une nouvelle ligne établie avec rails en fer laminé reposant sur des longrines en bois. Vingt-deux ans plus tard (1874) on comptait, pour l'ensemble des deux villes de New-York et Brooklyn, 370 kilomètres de tramways transportant par an, avec un matériel de 2500 voitures, 169 millions de voyageurs, pendant qu'à Philadelphie la longueur totale des tramways atteignait 300 kilomètres, sur lesquels 1000 voitures transportaient annuellement 66 millions et demi de personnes. A la même époque, le développement des tramways n'était pas de moins de 338 kilomètres pour l'État de Massachusetts, où le nombre de personnes transportées s'élevait à 50 millions, et dépassait de plus de 7 millions 1/2 le nombre des voyageurs transportés par les chemins de fer.

Rails. — Les rails des premiers tramways établis en Amérique, ceux des tramways de New-York entre autres, se distinguent, ainsi qu'on peut le voir pl. XXX, fig. 12 et 13, par leur profil massif et la profondeur exagérée des ornières.

Le poids du mètre courant, qui s'élevait à $36^k,7$ et même 47 kilogrammes pour les premiers tramways construits à New-York, est encore de 30 kilogrammes pour les tramways de la deuxième et de la sixième avenue. La profondeur de l'ornière, qui atteignait d'abord $0^m,04$, a fini par être réduite à $0^m,025$, tandis que la largeur totale du rail a décru de $0^m,145$ à $0^m,127$.

Le rail des tramways de Boston, établis à partir de 1856, a réalisé une amélioration notable sur celui des tramways de New-York. En même temps que la profondeur de l'ornière a été diminuée, le bord intérieur en a été disposé suivant un plan incliné pour faciliter l'expulsion de la poussière et des petites pierres, aussi bien que la sortie des roues engagées dans l'ornière. Les rails des tramways de Boston, exécutés d'abord en fonte par longueurs de 2 mètres environ, pesaient 37 kilogrammes le mètre courant.

Les formes de rails essayées tout d'abord à New-York et à Boston ont fini par disparaître presque complètement pour faire place au profil à gradin (*step rail*), posé dès 1855 sur les tramways de Philadelphie (pl. XXX, fig. 18) et adopté ensuite dans la plupart

des villes. Ce type, qui est beaucoup plus économique que les précédents, puisqu'il ne pèse pas habituellement plus de 23 kilogrammes par mètre courant, s'est généralisé très vite.

Les omnibus et les voitures légères, qui pouvaient avoir surtout à se plaindre de la saillie du gradin, bien plus dangereux pour elles que le creux des ornières des anciens rails, ont en grande partie disparu, les tramways leur étant à la fois supérieurs pour le bon marché, la rapidité et le confortable. D'autre part, les grosses voitures, ayant la faculté, grâce à la grande largeur de la partie basse du rail à gradin, d'emprunter pour leur circulation cette partie des rails, sauf à donner un coup de collier pour sortir de la voie, s'y sont assez vite habituées, et il y a beaucoup de villes où, en raison du mauvais état des chaussées, l'emprunt des rails des tramways par le roulage ordinaire est tellement entré dans les habitudes, que la suppression des tramways serait aujourd'hui, rien que pour ce motif, aussi mal accueillie des populations que l'a été dans le principe leur établissement.

L'absorption à peu près complète des transports de voyageurs par les tramways, le mauvais état des chaussées et l'utilisation des rails par la grosse circulation expliquent en définitive comment une forme de rails qui, en Europe, est considérée comme vicieuse, a été facilement acceptée en Amérique.

Le rail à gradin qu'on rencontre dans les grandes villes de l'Est et de l'Ouest varie fort peu d'une ville à l'autre. Sa largeur totale est habituellement comprise entre $0^m,12$ et $0^m,13$, et la saillie du gradin est d'environ $0^m,025$. Ce gradin se raccorde avec le patin du rail par un plan plus ou moins incliné. Dans quelques villes, comme à Chicago, le patin du rail présente au pied du gradin une petite ornière (pl. XXX, fig. 15) ; à Baltimore, l'approfondissement s'étend sur toute la partie basse (fig. 16). Entre Washington et Georgetown, on a posé un rail de forme symétrique, répondant à la condition rarement remplie sur les tramways de faire porter le bandage des roues sur la partie centrale du rail et permettant le retournement (pl. XXX, fig. 10).

Le poids du rail en alignement droit varie ordinairement entre 23 et 30 kilogrammes par mètre courant. Ce poids a été exceptionnellement réduit à environ 10 kilogrammes pour les tramways de Colombus (Indiana), où il s'agissait de desservir une très faible circulation; la base du rail, réduite à $0^m,086$, ne laisse alors disponible

pour la circulation ordinaire qu'une très faible surface de roulement (pl XXX, fig. 7).

Dans les courbes, dont le rayon s'abaisse souvent jusqu'à 9 mètres, le déraillement est prévenu par une saillie intérieure, donnée au rail situé à l'intérieur de la courbe (pl. XXX, fig. 11). Ce rail spécial est aujourd'hui exécuté en acier Bessemer pour les diverses courbures et avec des longueurs de plus de 9 mètres. Le rail extérieur est réduit, comme sur certains tramways européens, à une simple plate-bande.

Des plaques portant une double ornière servent aux croisements (pl. XXX, fig. 24 et 25).

L'écartement des rails, pour lequel les Compagnies ont à se concerter avec les municipalités, est calculé de manière à permettre aux roues de tous les véhicules en usage de s'inscrire entre les gradins des rails. Il varie en général entre ces gradins de $1^m,37$ à $1^m,45$.

L'adoption de la largeur de $1^m,45$ a l'avantage de permettre le passage des wagons de chemin de fer à voie normale, que certains tramways laissent volontiers passer sur leurs lignes.

Les rails qui ont, comme ceux des chemins de fer, jusqu'à $9^m,50$ de long, sont généralement fixés sur des longrines au moyen de crampons ou tire-fonds implantés verticalement; ce mode de fixation, vu la faible hauteur des rails à gradin, a moins d'inconvénients que pour les rails à ornière profonde et plus étroits; les rebords, qui sur certaines lignes dépassent la face inférieure des rails, en s'embottant sur la longrine, combattent en outre la tendance au renversement.

Longrines et traverses. — Les longrines, qui ont en général $0^m,125$ de largeur sur $0^m,175$ de hauteur, sont supportées par des traverses de $0^m,125$ sur $0^m,152$, espacées de $0^m,91$ à $1^m,22$ d'axe en axe. Le plus souvent, ces longrines sont fixées sur les traverses par des crampons; des boulons, traversant à la fois le rail, la longrine et la traverse, servent enfin à assujettir d'une manière très défectueuse, il faut le reconnaître, ces trois pièces ensemble. Habituellement, des cornières sont appliquées de distance en distance contre les longrines à leur rencontre avec les traverses pour en prévenir le déversement.

Sur une ligne de tramways récemment construite à Chicago,

dans une rue où il existe des pavages en bois, on a employé des tirants pour combattre ce déversement. Ces tirants sont généralement posés de deux en deux traverses, et ils ont $0^m,022$ de diamètre (pl. XXX, fig. 19, 20 et 21).

Sur une autre ligne qui vient d'être établie à Cincinnati, il n'y a qu'un seul tirant par longueur de rail de $9^m,45$; les tirants ne servent guère alors que pour guider la pose (pl. XXX, fig. 22).

Les traverses sont habituellement posées dans une forme de $0^m,50$ de profondeur au-dessous du niveau des rails, et dépassant la largeur de la voie de $0^m,305$ de chaque côté. Cette forme est remplie de pierres cassées ou de gravier.

Changements de voies. — Pour les changements de voie aux stations de départ et d'arrivée ainsi qu'aux points intermédiaires, on emploie le plus souvent le système d'aiguilles communément usité sur les tramways en Europe, consistant en une languette mobile autour d'une articulation (*tongue switch*), que le conducteur manœuvre en descendant du car. Dans quelques villes, comme Cincinnati et la Nouvelle-Orléans, on rencontre un système ingénieux d'aiguillage, que fait fonctionner l'attelage même de la voiture. A cet effet, le sol de la voie est remplacé par une plaque de fonte portée par le milieu, qui, suivant qu'elle s'incline d'un côté ou de l'autre de son axe de rotation parallèle à la voie principale, détermine, par un jeu de leviers placé sous la plaque, le mouvement de l'aiguille dans un sens ou dans l'autre. Le conducteur de la voiture, en tirant les rênes à droite ou à gauche, force l'attelage de se porter sur l'un ou l'autre côté de la plaque, dont le basculement produit l'aiguillage dans la direction voulue.

Il va sans dire que cette disposition serait inapplicable en France, où elle serait considérée comme un obstacle et un danger pour la circulation des voitures ordinaires.

Plaques tournantes ; courbes de rebroussement. — La disposition symétrique des cars, qu'on peut atteler indifféremment par l'une ou l'autre extrémité, dispense généralement de l'emploi des plaques tournantes ; des boucles ménagées aux extrémités du parcours permettent même le plus souvent d'éviter de dételer.

La figure 26, pl. XXX, montre l'agencement des voies du tramway de Washington à Georgetown à son terminus dans la dernière de

ces villes. Sur la boucle terminale, de 12 à 15 mètres de rayon, viennent aboutir, au moyen d'aiguilles établies sur des courbes d'un rayon de 10 mètres, une série de voies parallèles servant au remisage des cars et communiquant entre elles à leur autre extrémité par un chariot roulant. Des écuries sont établies de part et d'autre de la halle couverte qui abrite les voitures. Le bureau de la Compagnie est placé à l'intérieur de la boucle.

Les triangles de rebroussement pour le retournement des cars ayant l'inconvénient d'occuper beaucoup de place, et en outre d'exiger sur une partie de leur parcours des efforts de poussée, sont peu usités sur les tramways. Quand l'espace manque pour l'établissement d'une boucle de rebroussement, on a recours généralement à des plaques tournantes. Celle du système Wharton (pl. XXX, fig. 23), sur laquelle les rails présentent une certaine courbure, a l'avantage de diminuer la place occupée et de rendre la manœuvre de retournement plus rapide. L'opération du retournement n'est guère pratiquée d'ailleurs que pour les cars de petite dimension à un cheval non disposés symétriquement, et où il n'y a pas de conducteur (pl. XI, fig. 12).

Emplacement des voies. — Les voies sont généralement établies dans la partie centrale des rues ; dans les villes populeuses, quand les rues ne sont pas assez larges pour que l'on puisse sans préjudice pour la circulation ordinaire y établir deux voies, les lignes de tramways empruntent souvent deux rues parallèles, l'une à l'aller, l'autre au retour; c'est ce qui a lieu par exemple pour les lignes les plus importantes de Philadelphie.

L'entre-voie présente d'une ville à l'autre des largeurs différentes, et varie généralement entre $0^m,91$ et $1^m,22$, de manière à laisser entre les rails extérieurs et le bord des trottoirs une largeur libre de $3^m,50$ à $4^m,00$ dans les rues ayant une largeur de 20 mètres environ. Suivant les cas, les Compagnies de tramways sont tenues d'entretenir, soit toute la largeur de chaussée comprise entre les bordures de trottoir, comme à Philadelphie par exemple, soit une zone de $0^m,61$ seulement de part et d'autre de la voie en même temps que celle-ci.

Matériel roulant et traction.

Matériel roulant. — Si, sur les tramways comme sur les chemins de fer, les ingénieurs américains se sont surtout attachés à simpli-

fier la construction de la voie, ils ont apporté en revanche le plus grand soin et la plus grande attention à la recherche de ce qui pouvait contribuer au perfectionnement du matériel roulant.

Les voitures actuelles (*cars*) ne ressemblent guère à celles qui ont servi à inaugurer les premiers tramways en 1831. La caisse de la voiture était alors à trois compartiments, munis de portes latérales, et elle était portée sur des ressorts en cuir. La caisse actuelle à passage central, comme celle des wagons, est suspendue d'une manière analogue à celle qui est adoptée pour ces voitures; elle repose, par l'intermédiaire de tampons élastiques en caoutchouc formant ressorts, sur des boîtes à graisse, qui sont encadrées par des plaques de garde rattachées aux longrines de la caisse.

Les ressorts en caoutchouc généralement employés par les constructeurs américains sont ou simples, et superposés alors directement à la boîte à graisse, ou doubles, et placés alors de chaque côté.

Les roues, qui ont habituellement $0^m,763$ de diamètre, sont en fonte coulée en coquille et à parois pleines; la saillie du boudin, qui atteignait $0^m,03$ dans les premiers tramways, a été réduite à $0^m,0125$. Certains cars de petite dimension sont portés par des roues à rais.

L'écartement des essieux pour les cars de $4^m,88$ de long est de $1^m,83$; pour le petit car de $2^m,45$, il est de $1^m,14$.

Certains constructeurs, MM. J. G. Brill de Philadelphie, J. M. Jones de West-Troy (État de New-York), pour diminuer l'effort de traction, ont recours à une disposition qui consiste à faire rouler les fusées des essieux sur des galets. Ces galets, bien entretenus et bien graissés, permettent de mouvoir un car de 22 places avec une force de traction de 25 kilogrammes en palier. Mais ce moyen de diminuer les frottements, qui a également été essayé pour les plaques tournantes, ne donne de résultats satisfaisants qu'avec un entretien parfait; sinon il laisse beaucoup à désirer. Dans les cars les plus récents, on donne aux fusées dans les boîtes à graisse un certain jeu latéral limité par des ressorts spéciaux, afin de faciliter le passage dans les courbes.

Le système de freins le plus communément employé est le frein du système Tanner, semblable à celui qui est en usage sur les chemins de fer (pl. XXIV, fig. 1) que nous avons précédemment décrit.

On a perfectionné dans ces derniers temps les freins en les faisant

porter à la fois sur le bandage et sur les boudins des roues, de manière à éviter que l'usure produite par les freins n'augmente la saillie des boudins, et en encastrant les sabots à queue d'aronde dans un bâti, d'où on peut les extraire quand ils sont usés. Ils sont ordinairement constitués par de la fonte trempée de l'espèce la plus dure.

Ce système de freins a démontré, comme en Europe, sa pleine efficacité, au point de faire supprimer le timon pour les attelages; ceux-ci n'ont plus à exercer d'effort de retenue, l'arrêt pouvant être obtenu par le conducteur au moyen des freins.

Si l'on passe maintenant aux voitures elles-mêmes, on est frappé de toutes les améliorations qui y ont été introduites pour en accroître le confortable et la solidité. Nous nous contenterons de signaler entre autres :

1° La hauteur donnée à la partie centrale du car, munie dans sa partie supérieure d'un système de vasistas utilisé pour faciliter la ventilation;

2° La disposition des plates-formes des extrémités, ayant contre le bâti du car la largeur de celui-ci, et rétrécies dans la direction opposée, de manière à permettre l'effacement des marches d'accès, et à éviter ainsi à la fois les accidents et les avaries. Ces plates-formes sont élevées de 0m,61 seulement au-dessus du niveau de la voie;

3° Celle des portes roulantes, suspendues sur une glissière cintrée en son milieu, de manière à assurer le maintien de la porte dans sa position, soit d'ouverture, soit de fermeture, malgré les secousses imprimées par la marche du car.

A l'Exposition de Philadelphie en 1876, la maison J. Stephenson et Cie justifiait de plus de 60 brevets, se rapportant à une série de perfectionnements apportés à la construction des diverses parties des cars.

On distingue ordinairement trois types de cars :

Le car ordinaire de grande dimension (pl. XI, fig. 13), tiré par deux chevaux et où il y a conducteur et cocher, compte vingt-deux sièges, et porte souvent jusqu'à 50 voyageurs tant assis que debout, aucun maximun de nombre de voyageurs n'étant imposé aux tramways; il a généralement une longueur de caisse de 4m,90 et une largeur de 2m,30; le type construit par la maison Stephenson pèse à vide 3000 kilogrammes et coûtait en 1876 environ 5000 francs. Une autre maison, J. G. Brill de Philadelphie, établissait le même

car avec un poids d'environ 2000 kilogrammes au prix de 4250 francs seulement. La construction peut-être moins solide du car, et le moindre soin apporté à différents détails, expliquent cette différence.

Le car non symétrique de petite dimension à dix places, où il y a seulement un cocher et un cheval (pl. XI, fig. 12), a habituellement une longueur de caisse de $2^m,45$ et $1^m,83$ de large. Le type construit par la maison Stephenson en 1876 pesait une tonne environ et coûtait à New-York 3750 francs. Ce car est en usage dans un grand nombre de villes du Sud. A New-York, on l'emploie pour certaines lignes transversales allant de l'Hudson à l'East River pendant une partie de la journée, en réservant l'emploi des cars de grande dimension pour les moments où se produit la plus grande affluence de voyageurs. Comme le poids du petit car à vide est au plus la moitié du poids du grand, et qu'il transporte 45 pour 100 du nombre de voyageurs contenu dans ce car, il est d'autant mieux approprié aux lignes peu fréquentées, qu'il offre alors moins de chances de place perdue; il existe d'ailleurs beaucoup de lignes sur lesquelles la plupart des voyageurs ne parcourent qu'une faible partie de la ligne totale et s'échangent en plusieurs points du parcours. Il est évident qu'alors l'emploi du car de petite dimension est encore mieux justifié.

Le car d'été à bancs transversaux, complètement ouvert, peut contenir 35 personnes, soit 5 par banc. Ce car, dont la caisse est semblable à celle des voitures ouvertes pour voie étroite, représentée pl. XXVI, fig. 11, a habituellement une largeur intérieure de 2 mètres et une longueur de 7 mètres; il pèse environ 2000 kilogrammes et coûte de 2500 à 3000 francs. Des cars semblables de petite dimension pouvant contenir 28 voyageurs ont été établis à la Nouvelle-Orléans pour moins de 2250 francs.

Il n'existe nulle part de cars à impériale, dont s'accommoderait difficilement le public américain, tant à cause de la rigueur du froid en hiver que de l'extrême ardeur du soleil en été. L'ascension d'une impériale ferait d'ailleurs, aux yeux de public, perdre aux cars du tramway un de leurs principaux avantages, celui de la rapidité de l'entrée et de la sortie.

La durée des cars, dont le châssis est généralement en chêne blanc, et la caisse en frêne blanc, est de 25 à 30 ans. M. Clarke cite le fait de cars, placés en 1857 sur le tramway de New-York à Harlem, qui existent encore.

Car starter. — Les arrêts et démarrages, d'autant plus fréquents en Amérique qu'il n'y a pas de stations obligées sur la route, imposant aux attelages un surcroît de fatigue en même temps qu'au matériel lui-même, ont fait naître l'idée d'utiliser la force vive perdue au moment de l'arrêt en l'emmagasinant pour la restituer au moment du démarrage, de manière à faciliter cette dernière opération. Cela a donné lieu à l'invention de divers appareils, dont aucun n'est entré sérieusement dans la pratique, mais dont un au moins, celui de Crozier de Carlisle (Illinois), mérite d'être signalé.

Dans cet appareil, dit *car starter* ou démarreur, qui est représenté pl. XXVIII, fig. 9, 10 et 11, l'emmagasinement de la force vive est produit par un ressort placé sous la voiture, qui est comprimé dès que, par la manœuvre d'un levier, on met en mouvement un engrenage adapté à un essieu, et qui agit comme frein. Le même ressort, au moment du démarrage, se détend, et par le moyen d'un autre engrenage produit la rotation de l'essieu.

L'essieu porte à cet effet calée une roue d'angle A, faisant face à une autre roue d'angle B pouvant glisser sur l'essieu et qu'un manchon d'embrayage C peut rendre solidaire avec l'essieu. L'essieu porte en outre un manchon D. Au-dessous de l'essieu passe dans une direction perpendiculaire un arbre G, qui porte deux bras servant de supports à un deuxième arbre parallèle au premier et s'engageant dans un deuxième manchon placé sur l'essieu entre les deux roues d'angle A et B. Cet arbre porte deux roues d'angle I et H, et de plus un tambour sur lequel s'enroule une chaîne servant à tendre le ressort L. Au moyen d'un levier de manœuvre W, on peut, suivant qu'on incline ce levier dans un sens ou dans l'autre, mettre en prise les roues d'angle A et I d'une part, ou B et H d'autre part. Dans le premier cas, si la manœuvre a lieu en pleine marche, la rotation des roues A et I tend, par l'intermédiaire de la chaîne, le ressort L jusqu'à l'arrêt complet de la voiture; la roue B étant d'ailleurs folle sur l'essieu, le mouvement que lui communique la roue H ne gêne pas cette action. Si ensuite le car doit se remettre en marche, on embraie au moyen du manchon C la roue B avec l'essieu, et l'on dégage la roue I; le ressort en se détendant fait tourner les roues.

Malheureusement, pour que l'impulsion donnée à la voiture par le *car starter* fût efficace, il faudrait qu'elle coïncidât exactement avec l'effort développé par les chevaux au même moment. Cette

coïncidence ne pouvant être que très difficilement obtenue, il en résulte que le *car starter* ne peut être considéré comme d'une application vraiment pratique. Il augmente d'ailleurs le poids du véhicule de 200 kilogrammes et ne coûte pas moins de 1000 francs.

Traction. — Si la forme du rail des tramways américains, par cela seul qu'elle supprime l'ornière étroite des rails des tramways européens où s'amasse la boue et la poussière, tend à diminuer le frottement de roulement, le mauvais entretien de la voie, indépendamment de l'imperfection des joints, contribue par contre à accroître beaucoup cette cause de résistance, surtout à mesure que dépérissent les bois qui constituent l'infrastructure. Aussi la résistance moyenne à la traction, évaluée, dans le traité déjà ancien d'Easton[1] sur les tramways, à $8^k,33$ par tonne de charge totale, chiffre peu différent de celui que l'on admet en Europe en ligne droite et en palier ($8^k,928$, d'après M. D. Clarke) est-elle vraisemblablement dépassée en général, et abstraction faite des rampes de $0^m,04$ et $0^m,05$ qu'il n'est pas rare de rencontrer sur certains parcours, notamment à New-York, on peut admettre que l'effort à développer par tonne, peut parfois atteindre de 10 à 11 kilogrammes.

Le poids d'un car de grande dimension étant à vide d'environ 2000 kilogrammes, et la charge correspondant aux 30 voyageurs qu'il transporte en moyenne étant de 2100 kilogrammes, ce qui fait un poids total en nombre rond de 4100 kilogrammes, il peut en résulter pour l'attelage un effort à développer atteignant sur les rampes 60 kilogrammes, qui, eu égard à la vitesse ordinaire des cars, comprise entre 8 et 10 kilomètres à l'heure, peut être obtenue sans surmener les deux chevaux qui le composent. La vitesse de marche est du reste ordinairement réduite sur les rampes. Les fortes rampes sont généralement courtes, et pour peu qu'elles soient longues, on ajoute un cheval de renfort.

Il n'en résulte pas moins une usure très rapide des attelages sur les lignes très fréquentées. Il est certaines lignes, comme celles de South Boston et de la troisième avenue à New-York, qui dans certaines années ont dû remplacer le tiers de leur cavalerie; à Philadelphie, on compte également pour les principales lignes de tramways sur un remplacement annuel d'un tiers des chevaux.

---

1. Philadelphie, 1859.

Pour d'autres lignes moins chargées, le renouvellement total se fait en 6 et 8 ans.

On compte en général de 5 à 6 chevaux par jour et par car pour les cars de 10 à 14 personnes, et de 9 à 10 chevaux pour les grands cars; le parcours journalier des chevaux varie entre 28 et 32 kilomètres sur la plupart des lignes. Celui des cars varie lui-même entre 80 et 120 kilomètres.

Les chevaux pour cars, dans les États du Nord, proviennent principalement du Canada. Ces chevaux, beaucoup moins vigoureux que ceux qui font ce service en France et en Angleterre, ne coûtent guère que de 500 à 700 francs. Dans les États du Sud, ils sont remplacés par des mules qu'on fait venir du Tennessee, et qui se payent à peu près le même prix.

La nourriture des bêtes de trait est aussi moins chère que dans beaucoup de nos grandes villes européennes; dans un grand nombre de cités américaines, le prix de la nourriture d'un cheval, par jour, ne dépasse pas 1 fr. 70; celui de 2 francs, correspondant à New-York et Philadelphie, peut être considéré comme un maximum.

Il s'ensuit que la traction proprement dite par chevaux est moins chère en Amérique qu'en Europe. Comme d'autre part, dans un service de tramways, il s'agit bien moins de transporter beaucoup de voyageurs à la fois en employant des moyens de traction puissants, que de pouvoir multiplier les voyages en allégeant autant que possible les véhicules, on s'explique ainsi que, malgré la tendance qui prédomine aux États-Unis de généraliser le plus possible la substitution du travail mécanique à celui de l'homme et des moteurs animés, et bien que le public américain soit déjà familiarisé depuis longtemps avec le passage des trains de chemins de fer dans les rues, les tentatives d'application de la vapeur à la traction sur les tramways aient été assez tardives, et les locomotives spéciales pour tramways soient encore peu répandues.

Machines sans feu. — Si on laisse de côté quelques expériences faites, en 1850 et 1859, notamment à Cincinnati, qui n'ont pas eu de suite, on ne trouve pas d'essais bien sérieux de cette application avant l'année 1870, époque où le docteur Émile Lamm fit circuler quelque temps à la Nouvelle-Orléans un car marchant à la vapeur d'ammoniaque[1]. »

1. Il résulterait cependant d'une note insérée dans la *Rail Road Gazette* du 7 sep-

La vapeur émise par une certaine quantité d'ammoniaque liquide contenue dans un réservoir entouré d'eau chaude actionnait les pistons de deux cylindres, dont le mouvement était transmis par l'intermédiaire d'une poulie à l'un des essieux du car. En sortant des cylindres, la vapeur se condensait dans la bâche extérieure qu'elle servait à réchauffer. Le dégagement d'ammoniaque gazeuse ainsi entretenu permettait de marcher jusqu'à ce que la pression ne fût plus assez forte pour mettre les pistons en mouvement. L'ammoniaque était ensuite extraite de la bâche extérieure pour servir de nouveau à l'intérieur.

Des machines construites sur ce principe ont fonctionné de 1870 à 1871 dans Canal street, principale rue de la Nouvelle-Orléans, en marchant à une vitesse de 10 kilomètres à l'heure. On a dû y renoncer, à cause des inconvénients que présentaient le dégagement partiel de l'ammoniaque dans l'atmosphère et son action chimique sur les organes de la machine.

En 1873, ces machines ont fait place aux machines sans feu du même inventeur, où l'eau surchauffée, empruntée à un générateur fixe, fournit à la vapeur[1] le moyen de se reconstituer. Ces nouvelles machines représentées par les figures 1, 2 et 3, pl. XXVIII, ont été employées à l'exploitation d'une ligne de tramways traversant la banlieue de la Nouvelle-Orléans et aboutissant à Carrollton après un parcours de 9 kilomètres.

Les générateurs, au nombre de deux, dont un seulement est habituellement en activité, sont des chaudières à foyer intérieur; ils ont chacun une capacité de 77 mètres cubes et fournissent de la vapeur à une pression variant entre 9 et 10 atmosphères aux locomotives ou *dummies*. Chaque machine comprend un réservoir de forme cylindrique d'une capacité de 1300 litres, préservé du refroidissement par une enveloppe formée de matières mauvaises conductrices, derrière lequel sont placés verticalement les cylindres; le mouvement des pistons se transmet à l'essieu de l'arrière par l'intermédiaire d'un engrenage. La machine pèse avec sa pleine charge d'eau surchauffée 4 tonnes. On remplit tout d'abord le réser-

---

tembre 1877 que, lors du premier essai des tramways à New-York en 1835, M. W. Ames aurait tenté l'emploi d'une petite locomotive qui circula dans la quatrième avenue, et dont l'explosion détermina l'autorité municipale à interdire l'usage de ce système de moteur.

1. Voir *Annales des Ponts et Chaussées*, année 1878.

voir aux sept huitièmes, moitié avec de l'eau froide, moitié avec de la vapeur. La charge se fait habituellement à 9 atmosphères; elle exige de 2,5 à 5 minutes, suivant la température.

La vapeur agit sans détente dans les cylindres ; l'échappement qui se fait par un conduit vertical placé derrière la chaudière produit un bruit peu sensible.

Chaque machine remorque un car de 18 places à une vitesse de 12 kilomètres à l'heure ; après un parcours de 20 kilomètres la pression a baissé en moyenne de $3^{atm},75$; elle est donc encore d'un peu plus de 5 atmosphères.

En 1876, le service était organisé avec 10 machines faisant chacune avec son car vingt voyages complets en dix-neuf heures et demie de marche; on estime que pour faire le même service il eût fallu quinze voitures et quatre-vingt-dix chevaux.

Le succès de cette entreprise a décidé à organiser en 1876 un deuxième service de machines sans feu dans la rue Choupitoulas en y apportant certaines améliorations. Ces améliorations ont porté à la fois sur les générateurs, établis dans le système tubulaire et produisant la vapeur à une pression de 13 atmosphères au lieu de 10, et sur les locomotives, où les transmissions par engrenages ont été remplacées par des bielles actionnant directement les roues motrices. En même temps la distribution de la vapeur a été modifiée, de manière à permettre l'emploi de la détente sur la plus large échelle et à régler à volonté cet emploi.

L'expérience a toutefois démontré que l'avantage de réaliser de plus hautes pressions était limité par la difficulté, croissante avec la pression, que l'on éprouve à mettre en équilibre de pression le générateur et le réservoir de la locomotive, où il est impossible d'uniformiser la température de l'eau.

Il s'ensuit qu'avec une pression de 13 atmosphères dans le générateur, on ne peut guère obtenir tout au plus qu'une pression de 11 à 12 atmosphères dans le réservoir de la locomotive.

La figure 4, pl. XXVIII, donne une idée de la disposition de ces nouvelles machines, construites par M. Th. Scheffler de Paterson (New-Jersey).

Leur poids ne diffère pas sensiblement de celui des machines de la ligne de Carrollton[1].

1. Sur la ligne de Carrollton, les générateurs fixes, dont l'entretien laissait beaucoup

Aux abords de New-York, on a également, entre East New-York et Canartio, sur une ligne de $5^k,6$, essayé l'emploi de machines sans feu d'un poids plus considérable, où la vapeur, au lieu de s'échapper dans l'atmosphère au sortir des cylindres, était envoyée dans un condenseur tubulaire muni de pompes à air pour faire un vide partiel.

Les dernières machines essayées sur cette ligne en 1874, qui avaient été construites par H. Buel et H. L. Brevoort pour remorquer un car contenant 120 voyageurs, pesaient chargées 12700 kilogrammes, et se rapprochaient par certains détails, notamment par le système de transmission par engrenages, des machines du docteur Lamm; le réservoir était rempli à moitié au commencement de chaque voyage, et la pression initiale montait à 10 kilogrammes environ par centimètre carré pour s'abaisser à la fin à $5^k,7$, c'est-à-dire qu'elle variait à peu près dans les mêmes conditions que sur la ligne de Carrollton, la vitesse de marche étant d'ailleurs la même. On n'a pas tardé à renoncer à ce système de machines, beaucoup plus compliqué que celui du docteur Lamm, sans offrir sur ce système d'avantage sérieux.

On sait que la machine sans feu a reçu de notables perfectionnements dans le type appliqué récemment en France à l'exploitation de tramways dans la banlieue de Paris par M. Francq, où l'emploi du condenseur à surface supprime à peu près complètement les inconvénients de l'échappement de la vapeur, en même temps que celui d'un régulateur de pression donne le moyen d'obtenir un travail plus uniforme de la vapeur, tout en se prêtant à l'usage de la détente. Ces avantages sont combinés avec une flexibilité beaucoup plus grande, permettant de franchir des courbes de petit rayon, avantage qui est mis bien plus souvent à profit sur les tramways en France qu'en Amérique, où les rues généralement rectilignes ont de très grandes longueurs.

Dans ce dernier pays, on a commencé également à se servir sur certaines lignes de tramways, des machines à air comprimé du système Mékarski, qui, grâce aux divers perfectionnements qu'elles ont reçus, paraissent appelées à y trouver un accueil au moins aussi favorable qu'en France.

à désirer, ayant fini par être mis hors de service, on a remplacé depuis quelquo temps les machines sans feu par des locomotives. On a reculé devant les frais d'établissement d'autres générateurs fixes, placés à mi-chemin, qui seraient bien préférables.

Locomotives proprement dites. — Les locomotives pour tramways, établies sur le même principe que les locomotives ordinaires, n'ont été employées aux États-Unis qu'après les machines sans feu. Elles ont été construites sur deux types différents : celui de la locomotive indépendante, et celui de la locomotive-wagon.

Les premiers cars à vapeur, construits dans l'usine Baldwin à Philadelphie, ont été essayés de 1875 à 1876, d'abord à Brooklyn, puis à Philadelphie pendant l'Exposition sur la ligne de Market street.

La première machine avait ses cylindres établis, ainsi que tout le mécanisme, sous le plancher d'un car ordinaire; l'essieu moteur, placé sur l'avant, était coudé, et composé de deux parties réunies par une pièce en fonte portant le bouton de la manivelle.

Le but de cette disposition était de donner à l'essieu une certaine flexibilité, pour lui permettre de mieux résister aux chocs résultant des inégalités de la voie; les roues d'arrière étaient libres; les deux essieux étaient écartés de $1^m,75$. La chaudière était située sur l'avant, et était alimentée par deux réservoirs cylindriques placés sous les siéges du car. On entrait dans le car par une plate-forme placée à l'arrière.

L'échappement présentait en outre une disposition particulière : la vapeur au sortir des cylindres se rendait d'abord dans un réservoir rectangulaire long de $1^m,37$, d'où, par un tuyau de $0^m,05$ de diamètre, elle passait dans deux réservoirs séparés, de $0^m,15$ de diamètre, disposés en croix, et se réunissant à leur extrémité pour aboutir dans la cheminée. Cette disposition rendait le bruit de l'échappement presque insensible; les chevaux passant près du car à vapeur n'éprouvaient aucune frayeur.

L'expérience ne tarda pas à démontrer la solidité insuffisante de l'assemblage de la caisse du car avec le mécanisme, et de l'essieu coudé; la machine fut en conséquence remaniée, pourvue d'une chaudière verticale placée sur l'avant, et portée, ainsi que tout le mécanisme, par un châssis rigide en fer sur lequel on boulonna la caisse du car; on supprima en outre l'essieu coudé en rendant les cylindres extérieurs; enfin on y ajouta un frein puissant et une coulisse de Stephenson permettant, par le renversement de la vapeur, d'obtenir un arrêt presque instantané.

La chaudière, en tôle d'acier, était calculée pour supporter une pression de 21 atmosphères; en marche la pression ne dépassait pas 5 atmosphères.

Cette machine réinstallée sur le tramway de Market Street, où il existe des rampes de 0^{m},045, a marché pendant plusieurs mois en 1877, sans occasionner aucun accident, ni provoquer aucune plainte; elle parcourait constamment par jour 141 kilomètres et consommait 2^{k},3 de houille par kilomètre. La voiture contenait 40 personnes.

L'économie obtenue par le car à vapeur sur le car traîné par les chevaux était très sensible ; en tenant compte de la différence des parcours, elle n'était pas de moins de 56 pour 100.

L'usine Baldwin a construit ultérieurement pour le tramway dit Citizen's R.R. de Baltimore, où se rencontrent des rampes de 0^{m},070, des machines séparées pesant en tout 7^{t},2. Une de ces machines, mise en service en hiver, au moment où la voie était souvent couverte de boue et de neige, traînait sur les fortes rampes de la ligne un car contenant 100 voyageurs, faisant ainsi le service de deux attelages. Pendant la belle saison, elle remorquait facilement deux cars.

Des machines d'un autre système ont été également essayées par M. L. Ransom sur diverses lignes de tramways. Ces machines, qui se rattachent au type de la locomotive-wagon, diffèrent principalement des premières machines du même type, construites par Baldwin, par le mode de suspension du châssis de la machine, qui a trois points d'appui : deux pris sur l'essieu moteur et un sur le fond de la caisse du car, par la longueur de base, qui a été portée à 2^{m},13, et par l'addition d'un frein à vapeur. La soupape d'admission de la vapeur pour le frein est ouverte par le mouvement qui ferme le régulateur. La pression dans la chaudière a été portée en outre à 8 atmosphères.

En 1878, sept cars à vapeur, dont six de Ransom et un de Baldwin, construits pour porter vingt-deux voyageurs, et en portant souvent cinquante, circulaient à Philadelphie depuis un an, et procuraient chacun une économie annuelle de 3000 francs, tout en produisant une recette égale à celle des cars à chevaux, bien que le tarif eût été abaissé de 0 fr. 30 à 0 fr. 25. Ces cars étaient surtout recherchés pendant l'hiver, où leur supériorité de marche sur les *horse-cars* était plus marquée; l'inverse avait lieu pendant l'été, par suite de leur ventilation imparfaite. Ils n'ont donné lieu à aucun accident sérieux. A cause des cars à chevaux qui circulaient concurremment avec eux sur les mêmes voies, ils ont dû modérer beaucoup leur vitesse, qui aurait pu être notablement accrue, s'ils avaient circulé seuls.

Conclusions. — En résumé, on peut dire que l'application de la force mécanique à la traction sur les tramways, bien qu'elle doive être considérée comme une conséquence logique de l'établissement même des tramways, où les fréquents démarrages, qui imposent aux animaux de trait des efforts tout à fait disproportionnés à ceux qu'ils ont à développer en marche, rendent leur emploi incompatible avec une utilisation bien entendue de leurs forces, et partant dispendieux, n'a pas encore fait en Amérique plus qu'en Europe de progrès assez grands, pour sortir de la période des expériences et entrer sur une large échelle dans celle de la pratique, malgré les restrictions beaucoup moindres imposées à leur emploi dans l'intérêt de la sécurité et de la viabilité, et les plus grandes facilités que donnent pour la circulation des moteurs mécaniques la grande largeur et les longs alignements droits des rues. L'expérience y a, en définitive, démontré comme en Europe la difficulté de satisfaire aux conditions assez complexes du problème : faible volume du moteur, grande élasticité de sa puissance, afin de vaincre des résistances très variables, grande solidité à cause de ces résistances même, point de fumée ni de bruit. Aucune des machines essayées jusqu'à ce jour en Amérique ne remplit évidemment ces conditions d'une manière complète, et on doit reconnaître même qu'elles sont plus éloignées de les remplir que celles essayées en Europe, où elles se compliquent pourtant de la nécessité d'une plus grande flexibilité.

L'emploi des machines n'a donc pu, en fait, jusqu'à présent, supplanter la traction par chevaux à l'intérieur des villes ; par contre, dans les vastes banlieues qui les entourent, la locomotive a été purement et simplement adoptée sur la plupart des lignes intermédiaires entre le tramway et le chemin de fer, désignées sous le nom d'*Excursion roads*. Telles sont les lignes de la Nouvelle-Orléans au lac Pontchartrain et de Savannah à Skidaway, et les lignes de Long Island près de New-York, dont nous dirons ici quelques mots.

L'une de ces lignes, celle de Brooklyn, Bath et Coney-Island, qui traverse de Brooklyn à Coney-Island un district agricole, est à voie normale et longue de $11^{k},2$, avec des courbes de $22^{m},50$ et $37^{m},50$ de rayon servant à tourner à angle droit. Ce tramway n'a coûté à établir que 55 000 francs par kilomètre il y a douze ans. Il est exploité en été, pendant la saison des bains de Coney-Island, par des machines de Baldwin du poids de 17 tonnes, dont les deux essieux

moteurs, séparés par une distance de $2^m,10$, sont précédés d'un pony truck. Ces machines remorquent par jour de sept à huit trains comprenant trois ou quatre voitures ouvertes à bancs transversaux, qui contiennent chacune soixante-dix personnes.

La course totale demande 37 minutes, y compris sept arrêts, ce qui correspond à une vitesse de 17 kilomètres par heure. Pendant une partie de l'année les trains s'arrêtent en un point quelconque pour recevoir des voyageurs, comme le font les horse-cars.

Exploitation et résultats financiers. — Nous ne nous étendrons pas sur les détails de l'exploitation des tramways, que reproduisent en grande partie aujourd'hui les tramways européens. Nous dirons seulement quelques mots des divers systèmes employés pour le contrôle, le plus généralement placé, comme on le sait, sous la surveillance des voyageurs, auxquels les Compagnies de tramways semblent plus disposées à s'en rapporter qu'à leurs propres agents.

En Amérique, le contrôle peut se faire beaucoup plus simplement que sur nos lignes, parce qu'il n'y a le plus souvent qu'un seul tarif, quelle que soit la place occupée ou la distance parcourue.

Dans les cars où il y a à la fois conducteur et cocher, le conducteur délivre, en les détachant d'un livret ou d'une bande à souche qu'il tient constamment à la main, les billets pris, soit isolément, soit au nombre de quatre ou plus, par chaque voyageur. Il détache ensuite du billet que lui remet le voyageur pour son voyage, au moyen d'un emporte-pièce, un petit disque qui tombe dans une cavité de l'emporte-pièce; le coup sec que produit le pointage (*punching*) permet au voyageur de constater si cette opération est faite; d'autre part, le nombre de disques détachés, rapproché de celui des billets pointés, permet une vérification du pointage à la fin de la journée. Certains appareils de pointage sont munis de compteurs qui constituent un deuxième système de vérification.

Parfois aussi le conducteur est muni de deux bandes à souche; sur l'une, il pointe les places payées directement; sur l'autre, il pointe les billets qu'il reçoit. A chaque voyage, il fait les additions dont il est pris note au bureau de la Compagnie. Le soir, il verse au caissier de la Compagnie l'argent reçu, tandis que les bandes remplies par lui vont à un agent qui vérifie les comptes de tous les

conducteurs et la concordance de l'ensemble de ces comptes avec les recettes.

Dans les cars de dix à quatorze personnes où il n'y a pas de conducteur, le prix des places est remis directement par chaque voyageur dans une boîte vitrée, dite *Slawson-box*, placée près du cocher, qui est averti par le bruit que fait l'argent en tombant que la remise est faite. Pour qu'il n'ait pas à s'occuper de changer de la monnaie avec les voyageurs, de petits paquets contenant le change de 10 cents, 25 cents et 1 dollar, y compris le prix de la place, soit en petite monnaie, soit représenté par un jeton, sont tout disposés dans des pochettes; le voyageur, en les échangeant contre sa pièce, n'a plus qu'à mettre le jeton ou la petite monnaie dans la boîte.

Ce système, où la vérification par le cocher du prix payé par chaque voyageur est assez difficile, paraît donner lieu à plus d'un abus; à la Nouvelle-Orléans notamment, la Compagnie des tramways a reçu ainsi beaucoup de pièces fausses.

Un autre abus, qui occasionne parfois aux Compagnies des pertes sérieuses, est celui auquel donnent lieu les correspondances. Comme presque jamais il n'y a de station là où se croisent les lignes, il est très difficile de s'assurer que les billets de correspondance sont immédiatement utilisés par les voyageurs mêmes auxquels ils ont été remis.

Des agents spéciaux sont quelquefois postés aux points de croisement pour remettre les billets de correspondance, mais ils sont aussi sujets à caution, les Compagnies n'ayant d'autre ressource que de leur faire rendre tous les soirs les billets non utilisés.

Tarifs. — Les tarifs sont généralement assez élevés; il y a quelques années, cette élévation était jusqu'à un certain point en rapport avec celles des salaires; mais, lorsque sous l'influence de la crise commerciale les salaires se sont abaissés, elle a cessé de l'être, et l'on est en droit de considérer comme exagérés les tarifs qui, en 1875 et 1876, étaient encore en vigueur dans la plupart des villes pour des parcours de 5 à 8 kilomètres au plus. Les tarifs par personne étaient alors dans ces limites de parcours :

	centimes.
A Philadelphie	30
New-York	25
Baltimore	25
Washington	25
Chicago	25

Boston	30
New-Orleans	25
San-Francisco	30

Sur beaucoup de lignes, quatre billets pris à la fois donnent lieu à une certaine réduction : ainsi à Philadelphie, quatre billets ne coûtaient ensemble que 1 franc, au lieu de 1 fr. 20.

Prix d'établissement. — Si l'on n'avait à tenir compte que de la construction de la voie proprement dite, la dépense par mètre courant de tramway serait peu élevée. Ainsi, à Chicago, la dépense par mètre courant de voie unique de tramway construit dans ces dernières années était évaluée ainsi qu'il suit :

Rails en acier de 22k,5 par mètre courant, soit 45 kilog. à 270 fr. la tonne	12f,14
Longrines en sapin de 0m,125 sur 0m,175, à 31 fr. le mètre cube	1f,36
Traverses demi-rondes espacées de 0m,91, à 0f,50 la pièce	0f,55
Crampons, pose et réfection de chaussées	8f,00
Total	22f,06

Ce prix, accusé pour la voie seule, ne s'écarte pas sensiblement du prix moyen donné pour les tramways anglais dans l'ouvrage de M. Clark déjà cité : 21 fr. 50 par mètre ; il diffère également peu du prix de revient en France, qui ne dépasse guère 20 francs. Le bas prix des bois en Amérique compense en partie le prix élevé des rails et de la main-d'œuvre.

En comptant avec la voie ferrée l'établissement d'une chaussée neuve en pierre cassée ou en blocage très grossier, la dépense pour la voie unique, y compris une largeur de 0m,60 de part et d'autre de la voie, ne dépasse pas en général de 30 000 à 45 000 francs par kilomètre.

Aux dépenses de superstructure et de matériel sont venues s'ajouter des dépenses accessoires souvent considérables, tant en acquisitions de terrains et constructions de bâtiments, qu'en travaux de remaniement des chaussées traversées et des ouvrages d'art rencontrés, et en indemnités diverses.

C'est ainsi qu'à New-York la Compagnie de la troisième avenue a eu à racheter à l'origine cinq lignes d'omnibus au prix de deux millions de francs. Le passage successif d'un grand nombre de lignes dans beaucoup de mains, et les tripotages dont elles ont été l'objet, n'ont pas peu contribué à grossir leur prix de revient.

A New-York, la superstructure du mètre courant de voie unique aurait coûté, d'après les comptes fournis par les Compagnies, dans les rues à grande circulation, telles que les 2e, 3e, 6e et 7e avenues, environ 300 francs, et le prix du kilomètre de double voie de tramway, y compris les terrains acquis pour le service des Compagnies, les bâtiments et l'acquisition du matériel de traction, se serait élevé au prix exorbitant de 1 833 448 francs sur certaines lignes.

A Philadelphie, où les rues sont généralement plus étroites et pavées en blocage, on n'a guère dépassé le chiffre de 100 000 francs par kilomètre de superstructure à voie unique. Un des tramways les plus importants, celui de la Philadelphia City Street R.R. Company, dont le réseau a un développement de 26k,86 de voies principales, n'a pas coûté à établir par kilomètre plus de 152 000 francs en totalité.

A Boston, le prix du kilomètre de superstructure ne dépasse guère pour la plupart des tramways 80 000 francs, et la dépense totale la plus élevée qui ait été constatée est d'environ 205 000 francs, tout compris, par kilomètre.

La dépense pour matériel roulant et cavalerie, dont l'importance dépend essentiellement de celle de la circulation à desservir, tandis que celle de la superstructure varie surtout avec la largeur des rues, le nombre des voies et la nature des chaussées à rétablir, ne présente guère moins de variations que la dépense de superstructure. Si, pour certaines lignes de tramways de Philadelphie, la dépense kilométrique pour matériel roulant et cavalerie ne dépasse pas 30 000 francs, elle atteint jusqu'à 465 000 francs dans la 6e avenue de New-York, où la Compagnie des tramways devait en 1873 faire succéder les départs, à certaines époques de la journée, à des intervalles d'une minute.

A Boston, le matériel roulant et la cavalerie de l'Union Company, qui exploite 64 kilomètres de lignes de tramways appartenant à d'autres Compagnies, ne représentent pas plus de 39 775 francs par kilomètre avec les bâtiments d'exploitation.

Nous avons réuni dans le tableau I ci-après les prix de revient par kilomètre d'un certain nombre de lignes de tramways anglais, français et américains qui permettront d'en faire la comparaison.

Dans le tableau II qui fait suite, on a donné pour un certain nombre de tramways des États-Unis le poids des rails par mètre courant, et la décomposition des dépenses de premier établissement entre la voie et le matériel roulant.

TABLEAU I. — FRAIS D'ÉTABLISSEMENT PAR KILOMÈTRE
DE DIVERSES LIGNES ANGLAISES, FRANÇAISES ET AMÉRICAINES DE TRAMWAYS.

DÉSIGNATION DES LIGNES.	NOMBRE DE VOIES.	LONGUEUR DES LIGNES.	PRIX DE REVIENT par kilomètre.	OBSERVATIONS.
1° Angleterre.				
Londres :		kilom.	francs.	
North Metrop. Tramways.	2	49,0	349,980	
London...... »	2	32,4	323,400	
Streets...... »	2	8,8	436,257	
Dublin....................	2	25,6	249,640	
Édimbourg.................	1 et 2	21,4	258,076	
Glasgow...................	2	22,4	348,000	
Southport.................	1	6,4	102,237	
2° France.				
Paris :				
Voies ferrées (anc. concess. Loubat)...............	2	23,3	204,332	
Compagnie des Omnibus..	2	54,2	321,380	
Tramways Nord..........	2	56,6	323,065	
Tramways Sud..........	2	32,0	328,584	
Le Havre..................	1 et 2	9,1	178,441	
Rouen.....................	1 et 2	23,1	177,484	
Tours.....................	1	5,6	120,718	
Orléans...................	1	7,2	83,475	
Nancy.....................	1 et 2	4,4	131,834	
Marseille.................	2	23,9	277,765	
Bordeaux..................	1 et 2	24,3	102,76	
3° États-Unis.				
New-York :				
2e avenue..............	2	16,1	725,012	
3e »	2	12,9	1,582,323	
6e »	2	6,4	1,833,448	
8e »	2	15,3	534,494	
Brooklyn City.............	2	65,2	173,775	
Buffalo...................	2	14,2	228,821	
Philadelphie :				
Union..................	1	66,0	105,582	
7e et 9e rues..........	1	12,1	84,808	
Philadelphia City.......	1 et 2	15,5	152,000	
Germantown.............	1 et 2	45,0	94,158	
Erié City.................	1	3,4	60,413	
Harrisburg................	1	3,3	37,250	
Boston :				
Metropolitan...........	1 et 2	10,0	137,885	
Cambridge..............		52,6	84,886	(Sans matériel roulant.)
South Boston...........	1	17,8	172,932	
Lowell....................	1	7,3	105,188	
Worcester.................	1	6,4	82,656	

TABLEAU II. — CONDITIONS ET DÉPENSES

DÉSIGNATION DES LIGNES.		LONGUEUR DES VOIES principales.	LONGUEUR des AUTRES VOIES.	POIDS du RAIL EMPLOYÉ.
Etat de New-York.		kilom.	kilom.	kilog.
NEW-YORK..	2e avenue	17,71	17,71	30
	3e avenue	12,90	16,10	28 à 34
	6e avenue	6,44	7,04	30
	Broadway et 7e avenue	12,90	13,26	26 à 52
	8e avenue	16,10	—	30 à 32
	Drydock et 7e rue	17,70	—	24 à 31
	42e rue	8,26	8,26	32
	Bleecker Street et Fulton Ferry	14,50	20,93	28
	9e avenue	9,82	—	31 à 47
Brooklyn Bath et Coney Island		11,27	2,01	22 à 35
Brooklyn City		70,84	72,45	22 à 32
Buffalo		14,18	14,18	25
Etat de Massachusetts.				
BOSTON....	Metropolitan	73,00	7,02	15 à 28
	South Boston	15,80	0,85	22 à 28
	Highland	10,46	3,20	24
	Lynn et Boston	18,90	1,70	12,5 à 22,5
	Middlesex	24,70	4,85	17,5 à 22,5
	Union	64,00	—	—
Salem		11,10	2,60	21k en fonte.
Lowell		7,84	0,33	14 à 16,5
Worcester		6,24	0,80	22,5
Etat de Pennsylvanie.				
PHILADELPHIE	Union	66,00	—	21,5 à 26,5
	13e et 15e rues	17,00	8,00	21,5
	2e et 3e rues	59,60	7,25	21,5 à 27,5
	17e et 19e rues	12,10	—	27,5 à 21,5
	Philadelphia City	26,86	8,9	Id.
	Citizen	14,50	—	22,5
	Hestonville, Mantua	30,60	5,60	21,5
	Germantown	45,00	16,90	22 à 26
	Frankford et Southwark	27,00	8,80	21 à 23
Harrisburg City		3,30	0,10	19 à 22
Pittsburg Birmingham		5,23	5,23	22
Erié City		3,45	0,40	15

D'ÉTABLISSEMENT DES TRAMWAYS.

DÉPENSES PAR KILOM. DE LA LIGNE. POUR ÉTABLISSEMENT de la voie.	POUR MATÉRIEL roulant et cavalerie.	DÉPENSE KILOMÉTRIQUE totale y compris dépenses diverses.	OBSERVATIONS.
			Dans les dépenses d'établissement les Compagnies accusent, pour frais d'indemnités de terrains et de dommages, les chiffres suivants par kilomètre :
francs.	francs.	francs.	
648,047[1]	76,965	725,012[1]	1. 127 510 fr.
1,357,616[2]	224,707	1,582,323[2]	2. 695,960 fr.
1,367,736[3]	465,712	1,833,448[3]	3 674,615 fr.
1,379,499[4]	137,223	1,516,721[4]	4. 276,528 fr.
491,046[5]	43,448	534,494[5]	5. 217,612 fr.
256,698[6]	79,802	595,605[6]	6. 157,532 fr.
545,559[7]	92,865	638,424[7]	7. 103,819 fr.
613,139[8]	8,136	621,275[8]	8. 9,835 fr. Cette ligne prolonge la précédente.
488,400[9]	20,468	508,868[9]	9. 225,622 fr. d'indemnités.
55,268[10]	62,815	118,083[10]	10. 21,311 fr.
121,097[11]	52,678	173,775[11]	11. 43,378 fr.
185,873[12]	42,944	228,821[12]	12. 66,121 fr.
51,920	85,965	137,885	
70,527	102,405	172,932	
78,109	137,036	205,145	
48,138	28,925	77,063	
93,346	55,050	148,396	
—	—	39,775[13]	13. Cette somme représente l'équipement et les bâtiments de l'exploitation.
80,887	91,698	83,520	
41,050	64,138	105,188	
48,610	34,046	82,656	
80,658[14]	24,925	105,582	14. Y compris 24,492 fr. par kilomètre pour indemnités de terrain.
—	—	83,139	
—	—	69,364	
57,361	27,447	84,808	
117,835	34,165	152,000	
31,933	56,672	88,605	
62,071	17,939	80,010	
—	—	94.158	
104,895	74,258	179,153	
24,256	12,994	37,250	
101,560	35,093	136,653	
35,539	24,874	60,413	

Dépenses et recettes d'exploitation. — Dans les États de New-York, de Massachusetts et de Pennsylvanie, les Compagnies de tramways sont, comme les Compagnies de chemins de fer, tenues de fournir à la commission des chemins de fer des comptes rendus détaillés de leur exploitation.

Nous avons extrait de ces comptes rendus les renseignements statistiques que fournissent les tableaux III et IV ci-après sur l'exploitation des principales lignes de tramways de ces trois États. Ce qui ressort de ces tableaux, c'est d'abord l'importance du mouvement desservi par les tramways dans les grandes villes, mise en évidence à la fois par le nombre des voyageurs transportés annuellement, et par le chiffre des recettes annuelles, qui dépasse à Boston et à Philadephie sur certaines lignes, celui des lignes de tramways les plus fréquentées de Londres, et qui, sur les principales lignes de New-York, comme celles de la 3e et de la 6e avenues, atteint le triple et le quadruple des recettes de la meilleure ligne de Paris, celle de la Compagnie des omnibus, dont le produit kilométrique ne dépasse pas 204 000 francs par an, tandis qu'à New-York il s'élève à 829 770 francs pour la troisième avenue, et à 728 280 francs pour la sixième avenue. Cela montre combien l'usage du tramway est entré dans les mœurs américaines, favorisé d'ailleurs, il faut le reconnaître, par le monopole presque absolu dont il jouit, puisque les autres moyens de locomotion sont insignifiants.

En second lieu, si l'on analyse les dépenses de l'exploitation pour les différentes lignes, on constate, ainsi que nous l'avons déjà annoncé, que, tandis que sur les lignes anglaises et françaises, l'entretien de la voie ne figure guère que pour 3 et 4 pour 100 de ces dépenses, et qu'en revanche celui de la cavalerie en absorbe plus de la moitié, l'entretien de la voie est généralement plus coûteux en Amérique, ce qui s'explique par les fréquentes réparations qu'entraîne la construction imparfaite de la chaussée et de la voie même des tramways, et par le haut prix de la main-d'œuvre. Par contre, la cavalerie est d'un entretien moins dispendieux; cet entretien, grâce au moindre prix des chevaux et des fourrages, ne forme habituellement que de 30 à 40 pour 100 de la dépense totale annuelle, et n'en atteint la moitié que d'une manière exceptionnelle[1].

1. L'ouvrage de M. Clark donne pour les dépenses de la cavalerie sur les tramways anglais un chiffre de 50 à 60 pour 100 des dépenses totales annuelles. Sur les tramways de Paris, d'après M. O. Chemin, cette proportion varie de 46 à 71 pour 100.

Toutefois, il est à constater que la proportion des dépenses de la cavalerie tend à s'accroître aux États-Unis ; de 27 à 35 pour 100 en 1857, elle s'est élevée à 31 et 49 pour 100 en 1873.

Parmi les dépenses diverses de l'exploitation figurent souvent pour un chiffre considérable les indemnités payées pour les accidents, qui sont très fréquents. D'après le rapport de l'ingénieur du contrôle des chemins de fer de l'État de New-York, il y aurait à compter sur les tramways de cet État, où il évalue le parcours moyen à 3 kilomètres par voyageur, un voyageur tué pour 193 600 000 kilomètres parcourus, et un blessé pour 13 350 000 kilomètres, tandis que sur les chemins de fer on compte un voyageur tué pour 236 670 000 kilomètres, et un blessé pour 30 100 000 kilomètres de parcours. Par contre, les accidents sont bien plus rares pour les employés.

Le prix de revient moyen du kilomètre de parcours d'un car constaté en 1879, pour l'ensemble des lignes du Massachusetts, qui est de 0 fr. 70, est sensiblement inférieur au prix relevé, soit en Angleterre, où M. Clark constate une dépense moyenne de 0 fr. 76 par kilomètre, soit en France, où pour les tramways de Paris cette dépense varie entre 0 fr. 81 et 1 fr. 05 (appendice de l'ouvrage de M. Clark).

Sur la plupart des tramways des États-Unis, les tarifs étant supérieurs à ceux des tramways européens, et l'affluence des voyageurs beaucoup plus considérable, il s'ensuit que le coefficient d'exploitation des lignes de tramways en Amérique ne peut manquer d'être en général moindre qu'en Europe, en même temps que le rapport du produit net au capital dépensé est plus élevé. Aussi beaucoup de Compagnies de tramways font-elles d'excellentes affaires, comme le prouvent les dividendes qu'elles distribuent annuellement. Le mouvement de voyageurs desservi par les tramways répondant à des besoins constants, sans être sujet à des oscillations brusques comme celui des marchandises, leurs recettes ne sont guère susceptibles d'éprouver de diminution un peu sensible que par la création d'un système de voies ferrées aériennes ou souterraines, comme celles qui ont été récemment établies à New-York et à Londres. Encore verrons-nous plus loin qu'à New-York même l'établissement des chemins de fer aériens n'a fait baisser que fort peu les recettes des tramways ordinaires.

TABLEAU III. — CONDITIONS ET DÉPENSES

DÉSIGNATION DES LIGNES.	LONGUEUR.	NOMBRE DE CHEVAUX.	NOMBRE DE CARS.	NOMBRE DE VOYAGEURS transportés en un an.	DÉPENSE KILOMÉTRIQUE d'exploitation.
ÉTAT DE NEW-YORK (1873).					
New-York :	kilom.				francs.
2e Avenue	16,1	1022	154	13,570,955	158,710
3e Avenue	12,9	1841	262	26,950,000	616.860
6e Avenue	6,4	1097	100	14,747,741	601,309
Broadway et 7e avenue	12,9	1146	141	17,883,776	254,280
8e Avenue	15,3	1000	110	15,143,048	219,150
Drydock et 7e rue	17,3	835	131	15,536,160	183,520
42e rue	8,3	444	58	6,812'759	177,780
Bleecker street	14,5	400	40	5,057,191	75.862
9e Avenue	9,8	190	20	1,784,346	46,207
Brooklyn Bath et Coney Island	11,3	1 cheval. 9 machin.	26	386,234	15,637
Brooklyn City	65,2	1895	412	29,500,000	91,265
Buffalo	14,2	281	58	3,442,768	68,613
ÉTAT DE MASSACHUSETTS (1879).					
Boston :					
Metropolitan	87,3	2185	438	23,605,843	57,390
South Boston	17,8	532	112	6,068,673	72,350
Highland	21,4	663	112	7,099,149	67,450
Lynn et Boston	17,3	258	55	2,557,639	40,700
Middlesex	16,0	387	86	4,834,878	60,211
Union	61,2	900	128	8,572,409	35,110
Lowell	7,4	59	19	675,698	18,715
Worcester	6,4	59	17	733,203	24,780
ÉTAT DE PENNSYLVANIE (1875).					
Philadelphie :					
Union	66,0	886	149	10,635,818	39,032
13e et 15e rues	17.0	259	39	3,929,259	46,311
2e et 3e rues	59,6	600	104	8,757,115	31,522
17e et 19e »	12,1	304	38	3,207,433	72.157
Philadelphia City	26,9	624	111	8.619,357	63.806
Lombard et South	12,9	183	37	1,518,900	33,041
Citizen	14,5	330	54	4,821,546	84.482
Hestonville-Mantua	30,6	485	79	6,646,336	47,231
Germantown	45,0	550	76	8,247,247	28,680
Frankford et Southwark	27,0	513	75	7,558,850	70,907
Harrisburg City	3,3	24	7	232,365	22,717
Pittsburg Citizen	8.7	206	38	3,107,638	64,433
Erié City	3,4	28	8	2[illegible]4,509	20,432

D'EXPLOITATION DES TRAMWAYS.

DÉCOMPOSITION DE LA DÉPENSE D'EXPLOITATION EN CENTIÈMES.					RECETTE KILOMÉTRIQUE.	PRODUIT NET KILOMÉTRIQUE.	COEFFICIENT D'EXPLOITATION.	DIVIDENDES EN CENTIÈMES.
VOIE.	MATÉRIEL roulant.	CAVALERIE.	PERSONNEL.	FRAIS divers.				
					francs.	francs.		
4	5	48	40	3	211,548	52,838	75	8
2	3	31	38	26	829,770	212,910	74	9,5
2	3	48	43	14	728,280	126,971	84	10
6	6	48	35	5	357,201	102,921	71	6
7	7	47	30	6	260,797	41,647	81	12
8	7	36	41	8	368,670	185,150	50	8
3	6	40	35	15	355,190	177,410	50	9
2	9	54	30	5	88,863	12,981	85	—
7	3	44	39	7	48,809	2,602	94	—
	66		31	3	42,347	26,710	37	—
5	4,5	3	41	10,5	114,740	23,575	80	13
11	7	45	30	7	114,100	45,487	60	—
3	12	20	51	14	69,770	12,380	81	8
7	10	19	46	18	85,751	13,401	85	6
2	8	20	51	19	82,310	14,860	81	—
10	12	16	34	18	44,886	4,186	90	—
8	3,5	15	40	40,5	38,870	3,760	90	—
5	10	20	41	24	82,280	22,069	73	6
5	7	31	25	32	24,336	5,621	77	—
14	9	21	36	20	29,930	5,150	83	—
8	3	32	42	15	52,579	13,547	74	16
7	5	36	31	21	63,986	17,675	72	4
7	6	30	46	11	45,954	14,432	69	10
6	5	33	40	16	99,855	27,698	73	7
7	5	31	48	9	95,566	21,760	72	5
6	3	42	39	10	34,952	1,911	94	3
9	5	31	46	19	124,123	39,641	62	18
6	6	40	38	10	55,801	8,570	86	7
7	5	35	45	8	46,650	17,970	65	1
11	5	25	35	24	88,683	17,776	79	6
7	8	37	28	20	25,455	2,735	88	3
13	2	28	45	12	97,314	32,881	66	15
23	1	30	35	11	18,369	— 2,063	111	—

TABLEAU IV. — PRIX DES TRANSPORTS PAR TRAMWAYS.

DÉSIGNATION DES LIGNES.	PRIX PAR VOYAGEUR TRANSPORTÉ. DÉPENSE.	PRODUIT.	OBSERVATIONS.	
Etat de New-York (1874).				
NEW-YORK.	francs.	francs.		
2e avenue	0,185	0,250		
3e »	0,163	0,273		
6e »	0,172	0,250		
Broad Way et 7e rue	0,161	0,250		
8e avenue	0,182	0,250		
Drydock et 7e rue	0,126	0,250		
42e rue	0,191	0,250		
Bleeker street	0,192	0,250		
9e avenue	0,189	0,250	Les comptes rendus des Compagnies donnent par kilomètre de parcours d'un car :	
Brooklyn Bath et Coney Island	0,323	0,629		
Brooklyn City	0,172	0,250		
Buffalo City	0,179	0,261	PRIX DE REVIENT.	PRODUIT BRUT.
Etat de Massachusetts (1879).				
BOSTON.			francs.	francs.
Metropolitan	0,211	0,257	0,651	0,790
South Boston	0,212	0,272	0,872	1,032
Highland	0,203	0,248	0,668	0,816
Lynn et Boston	0,275	0,303	0,883	0,974
Middlesex	0,199	0,272	0,733	1,001
Union	0,204	0,266	0,576	0,748
Lowell	0,216	0,261	0,655	0,792
Worcester	0,250	0,276	0,856	0,947
			Moyennes :	
Etat de Pennsylvanie (1875).			0,704	0,879
PHILADELPHIE.				
Union	0,256	0,328		
13e et 15e rues	0,195	0,272		
2e et 3e rues	0,214	0,307		
17e et 19e rues	0,169	0,273		
Philadelphia City	0,194	0,294		
Lombard et South	0,256	0,292		
Hestonville	0,214	0,250		
Germantown	0,152	0,250		
Frankford et Southwark	0,221	0,312		
Harrisburg City	0,231	0,275		
Pittsburg Citizen	0,175	0,280		
Erié City	0,198	0,242		

Législation des tramways. — Les tramways relèvent directement des administrations municipales des villes où ils sont établis. Dans certains États cependant, comme ceux de New-York et de Massachusetts, les législatures ont soumis l'établissement et l'exploitation des tramways à des lois générales.

Dans l'État de New-York, une loi du 4 avril 1854 défend d'établir des tramways sans le consentement de la majorité des propriétaires des rues traversées; la majorité étant dans ce cas déterminée eu égard au montant de la valeur imposable des propriétés. Ce consentement une fois obtenu, le conseil municipal peut accorder à une Compagnie la concession d'une ligne de tramways en l'assujettissant à des clauses et conditions qu'il lui appartient de déterminer. Aux termes de la loi, la concession ne doit être accordée qu'à des personnes présentant certaines garanties, et sous la forme d'une adjudication dont le rabais porte sur les tarifs.

Dans l'Etat de Massachusetts, les concessions, assujetties à des règles analogues à celles qui sont imposées aux Compagnies de chemins de fer, obligent les Compagnies de tramways à fournir chaque année un compte rendu comprenant un très grand nombre d'articles qui embrassent tous les détails de la construction et de l'exploitation. Ce compte rendu est obligatoire sous peine d'une amende de 100 dollars par jour de retard.

Un règlement municipal des 27 juin 1857 et 18 janvier 1859, applicable aux principales lignes de tramways de la ville de Boston, a surtout pour objet de tracer les règles à observer pour la vitesse, la distance à maintenir entre les cars, les arrêts, le déblaiement de la voie en temps de neige, et l'entretien de la voie en tout temps.

Le règlement municipal de Philadelphie soumet en outre à l'approbation d'une Commission de contrôle (*Board of surveys*) tous les détails des projets de construction de tramways, et impose aux Compagnies l'obligation de l'entretien complet des chaussées dans les rues desservies. Les Compagnies ne doivent pas seulement y effectuer tous les travaux de pavage; elles sont encore tenues de les débarrasser des encombrements de neige, sauf à remplacer les cars sur roues par des traîneaux. En cas de retard apporté soit aux réparations, soit au dégagement de la chaussée, l'administration municipale a le droit de suspendre l'exploitation.

La ville de Philadelphie s'est en outre réservé la faculté de racheter les lignes au prix coûtant, et en cas de cessation de leur exploi-

tation pendant plus de trois mois, de charger de cette exploitation une autre Compagnie, ou, si elle ne peut réorganiser ainsi l'exploitation interrompue, de faire procéder à l'enlèvement complet de la voie.

La plupart des concessions n'accordent aux cars des tramways aucun privilège pour le parcours de la voie, dont les autres voitures ont toujours le droit de se servir. Ce n'est que depuis que les tribunaux ont jugé à diverses reprises qu'il y avait un intérêt public à ce que leur service ne fût pas entravé, qu'elles ont obtenu le privilège de la priorité sur les autres voitures pour cet usage.

Outre l'obligation de réparer, soit toute la largeur de chaussée comprise entre les trottoirs comme à Philadelphie, soit une zone d'une certaine largeur de part et d'autre des rails, indépendamment de celle que les rails comprennent entre eux, il est d'usage dans certaines villes d'imposer aux Compagnies de tramways une redevance par car mis en exploitation. Cette redevance est de 25 francs à Philadelphie. A Baltimore, les Compagnies de tramways payent sur leurs recettes brutes un impôt de 12 pour 100 que la municipalité affecte à l'entretien des parcs publics de la ville.

CHAPITRE XXXIV

CHEMINS DE FER ET TRAMWAYS SUR FORTES RAMPES

Avant de passer aux applications qui ont été faites de la traction par câbles au transport des voyageurs tant à l'intérieur qu'à l'extérieur des villes, il n'est pas hors de propos de dire quelques mots de l'emploi pour le même objet de la crémaillère, dont les premiers essais paraissent dus aux ingénieurs américains.

Chemins de fer à crémaillère. — Ce système proposé, si l'on en croit un rapport de M. J. Becker à la société américaine des ingénieurs civils, dès 1831 par Emor Rimber de Rimberton, a été tout d'abord employé par M. Cathcart pour l'exploitation de la rampe de Madison (Ohio) sur le chemin de fer de Madison à Indianopolis, qui présente une rampe de 0m,059 par mètre sur 2150 mètres de long; il n'a été abandonné qu'en 1867, époque à partir de laquelle on lui a substitué l'exploitation au moyen de machines ordinaires, beaucoup plus économiques et permettant en outre de réaliser des vitesses plus considérables.

Une année auparavant, M. S. Marsh, de Chicago, commençait, sur le mont Washington dans le New-Hampshire, la construction d'un chemin de fer à crémaillère centrale, qui a servi depuis de type à plusieurs chemins de fer établis dans les mêmes conditions, notamment à celui du Rigi.

Le chemin de fer de *Mount Washington*, qui est seulement fréquenté par les touristes dans la belle saison, sert à gravir une hauteur totale de 1098 mètres en s'élevant de l'altitude de 823 mètres à celle de 1921 mètres au-dessus du niveau de la mer. Cette hauteur est rachetée sur une longueur de 4 kilomètres par une rampe, dont l'inclinaison varie de 0m,12 à 0m,37 par mètre.

Le tracé présente en plan 9 courbes de 152 à 288 mètres de rayon.

La voie est en grande partie portée par des palées en bois espacées de $3^m,60$; là où cesse cette estacade, elle repose sur des sommiers noyés dans le sol. Cette voie, qui a une largeur de $1^m,41$, est établie dans un système tout à fait semblable à celui du Rigi; les chapeaux des palées et les sommiers transversaux portent plusieurs cours de longrines sur lesquelles sont fixées les traverses, espacées de $0^m,61$ (pl. XXVIII, fig. 12 et 13). Au-dessus des traverses, d'autres cours de longrines boulonnées sur les traverses et sur les longrines inférieures supportent les rails, du poids de 15 kilogrammes par mètre courant, qui ont remplacé d'autres rails consistant simplement en fers plats et reconnus insuffisants. Au milieu de la voie se trouve la crémaillère, formée par des boulons de $0^m,037$ de diamètre espacés de $0^m,10$ d'axe en axe, et portés par un double cours de cornières où ces boulons sont rivés; ces cornières laissent entre leurs faces intérieures un intervalle de $0^m,10$, et font saillie de $0^m,043$ sur les longrines sur lesquelles elles sont fixées.

Le service est fait par une locomotive et un seul car pouvant porter cinquante voyageurs. Les poids de la locomotive et du car sont respectivement de 12 tonnes et 3 tonnes.

Le car ne présente pas de disposition particulière.

Tout d'abord, la chaudière, supportée par des tourillons, était verticale, et il n'y avait qu'une seule roue toueuse, actionnée par une seule paire de cylindres de $0^m,25$ de diamètre et $0^m,40$ de course. Dans les nouvelles locomotives, la chaudière est disposée de manière à être horizontale sur la rampe moyenne de $0^m,25$ par mètre, et il y a quatre cylindres de $0^m,10$ de diamètre et $0^m,30$ de course, actionnant deux à deux séparément, par l'intermédiaire de pignons, chacun des deux essieux de la locomotive. Il y a pour chaque essieu deux pignons en acier de $0^m,15$ de diamètre et deux roues d'engrenage de $0^m,82$ de diamètre en bronze de canon (*gun metal*), ce qui donne cinq révolutions et demie de l'arbre moteur pour un des essieux.

La roue dentée qui engrène avec la crémaillère a $0^m,763$ de diamètre, et elle est en fer de la meilleure qualité; les dents ont un espacement variant de la circonférence extérieure à la base entre $0^m,09$ et $0^m,10$, de manière à présenter un certain jeu pour le parcours des courbes.

L'essieu d'amont du car porte une roue dentée semblable, actionnée de la même manière par des cylindres, où l'air comprimé

est utilisé comme frein, ainsi que nous le verrons plus loin.

La locomotive est toujours placée au-dessous du wagon, qu'elle pousse à la montée et retient à la descente; la locomotive et le wagon sont simplement en contact par les tampons, sans barres ni chaînes d'attelage. La caisse à eau et le combustible sont placés sur la partie antérieure de la machine.

Le train ainsi formé monte ou descend avec une vitesse de $3^k,3$ environ par heure.

La machine et le wagon sont pourvus l'un et l'autre de plusieurs moyens d'arrêt consistant pour la machine: 1° en un cliquet battant sur une roue à rochets que porte l'essieu d'amont, qu'on laisse constamment en prise pendant la montée, et que le mécanicien relève pendant la descente tout en l'ayant toujours sous la main; 2° en deux puissants freins à main et à mâchoires agissant sur chaque essieu; 3° en un frein à air semblable à celui du Rigi : le mouvement des pistons, déterminé lors de la descente par la seule action de la gravité, produit dans les cylindres à vapeur la compression de l'air, emprunté à l'extérieur par un tuyau débouchant à la portée du mécanicien, qui peut régler la compression en manœuvrant les robinets de prise d'air, après avoir fermé ceux de prise de vapeur et d'échappement.

Sur le wagon, l'essieu d'amont porte un système d'encliquetage analogue à celui de la locomotive, et celui d'aval, un frein à mâchoires; de plus, deux cylindres de $0^m,20$ de diamètre et $0^m,30$ de course, commandés par le mouvement de l'essieu d'amont au moyen d'un système de bielles, servent à comprimer l'air dont la pression est utilisée comme frein.

En ouvrant ou fermant progressivement le robinet de prise d'air, le garde-frein peut, comme le mécanicien sur la machine, régler la vitesse de marche.

Les ouvriers employés à l'entretien parcourent la voie à l'aide d'un système de traîneau pourvu d'un frein disposé de manière à venir s'appuyer contre la face inférieure du rebord saillant des rails.

La dépense primitive de l'établissement de cette ligne, pour la voie seule, a été de 550 000 francs; elle s'est ensuite élevée, avec le matériel roulant et les diverses améliorations, à 1 050 000 francs. Les recettes sont de 120 000 francs par an, pour un mouvement de 7000 voyageurs, et les dépenses d'exploitation s'élèvent à 83 000 francs environ.

Si l'on compare les deux exploitations du Rigi et du mont Washington, qui ont d'ailleurs beaucoup de points de ressemblance, on constate d'abord qu'elles se font dans des conditions un peu différentes, les rampes maxima étant notablement plus raides sur le second que sur le premier ($0^m,37$ au lieu de $0^m,25$ par mètre), et l'inclinaison des rampes variant en outre beaucoup plus au mont Washington qu'au Rigi. On a donc dû se préoccuper plus sur la ligne américaine que sur l'autre de la répartition des efforts sur les points d'appui, et de l'efficacité des moyens d'arrêt.

Tandis qu'au Rigi on a pu se contenter d'une seule roue toueuse et d'un seul essieu moteur, et n'avoir sur le wagon qu'un seul système de freins, on a été conduit au mont Washington à avoir deux roues toueuses indépendantes sur la locomotive, et à multiplier à la fois sur la locomotive et sur le wagon les moyens d'arrêt. La vitesse extrêmement faible admise tant pour la descente que pour l'ascension, qui n'atteint pas les deux tiers de la vitesse de marche au Rigi (5 kilomètres), est en outre de nature à diminuer considérablement les chances d'accident.

Quant au système qui est appliqué pour le calage des essieux, il consiste au mont Washington dans un encliquetage, au lieu qu'au Rigi on a recours à un système de cannelures pénétrant dans des rainures que présentent des poulies calées sur les essieux. Si son action est plus rapide, elle est par contre plus sujette à causer des ruptures, et s'accommoderait moins bien d'une certaine vitesse de marche. On doit reconnaître d'ailleurs que les deux chemins de fer du mont Washington et du Rigi, à part l'inconvénient que la crémaillère offre de faire reposer toute l'efficacité et la sécurité de l'exploitation sur la résistance des dents des roues des véhicules et des échelons de la voie, sont suffisamment bien appropriés au trafic relativement faible et intermittent qu'ils sont appelés à desservir, et auquel des moteurs fixes ne conviendraient pas aussi bien.

Moteurs fixes. — Les moteurs fixes avec câble sont au contraire d'un usage courant pour les exploitations permanentes, comme celle à laquelle donne lieu le transport des voyageurs d'un point à un autre d'une même ville, quand il s'agit de racheter de grandes différences de niveau. Ils remplissent pour le public, en pareil cas, un rôle analogue à celui des ascenseurs dans les maisons particulières et surtout dans les hôtels, qui en sont rarement dépourvus en

Amérique. On sait d'ailleurs que ces moteurs, qui à l'origine des chemins de fer existaient sur un grand nombre de lignes, n'ont pas cessé d'être employés sur plusieurs lignes industrielles de Pennsylvanie et de New-Jersey, où l'on en rencontre encore de nombreux spécimens, notamment pour gravir les plans inclinés de Mauch Chunk, Mahanoy, Wilkesbarre.

Dans la ville de Pittsburg, dominée par une ceinture de collines couvertes d'exploitations industrielles et de maisons de plaisance, il existait depuis longtemps déjà sous le nom de mont Washington un plan incliné de 204 mètres de longueur et de 201 mètres de hauteur desservi par une machine à câble.

En mai 1877, il en a été établi un nouveau, à l'occasion de l'ouverture du nouveau pont de Pointbridge, qui présente sensiblement une inclinaison de $0^m,50$ par mètre. Les machines, installées au sommet de la rampe, ont 75 chevaux de force et actionnent des tambours de $3^m,60$ de diamètre. Les wagons, à plate-forme horizontale, pèsent 4 tonnes et demie et contiennent 20 places. La voie est sur la plus grande partie de sa longueur portée par des palées en fer dont la hauteur dépasse sur certains points 21 mètres. Ce chemin de fer a coûté en totalité 200 000 francs.

A Cincinnati, dont les environs présentent une configuration analogue, il n'y a pas moins de quatre plans inclinés desservis par des moteurs fixes à câble, ceux de Price Hill, d'Elm street, de Main street et de Mount Adams. Le premier dessert un double mouvement de voyageurs et de marchandises; les trois autres transportent seulement des voyageurs. Le tableau ci-après résume les principales données relatives à l'établissement de ces plans inclinés :

DÉSIGNATION.	PLANS INCLINÉS DE :			
	PRICE HILL.	ELM STREET.	MAIN. STREET.	MOUNT ADAMS.
Longueur	$244^m,00$	$293^m,00$	$250^m,00$	$288^m,00$
Hauteur	$94^m,50$	$89^m,40$	$69^m,80$	$80^m,70$
Inclinaison moyenne par mètre	$0^m,38$	$0^m,30$	$0^m,279$	$0^m,28$
Largeur de voie	$1^m,375$	$1^m,75$	$1^m,435$	$1^m,525$
Poids des rails	28^k (fer)	26^k (acier)	—	—
Diamètre du câble en acier	28^{mm}	31^{mm}	28^{mm}	28^{mm}
Diamètre des tambours	$2^m,44$	$4^m,57$	$2^m,74$	$2^m,74$

L'ascension sur chacun de ces plans inclinés demande en général

d'une minute à une minute et demie. Sur ceux d'Elm street et de Mount Adams, il n'existe d'autre moyen d'arrêt qu'un frein à friction pinçant le câble dans la gorge d'une poulie.

Les figures 14 à 17, pl. XXVIII, reproduisent des cars de la rampe de Price Hill; les figures 18 et 19 montrent les dispositions des tambours sur lesquels passent les câbles. Au sommet de la voie, un câble de sûreté réunit les trains montant et descendant et passe sur une poulie placée un peu au delà de ce sommet. Cette poulie est susceptible d'un certain déplacement dans son plan et présente des rebords évasés. En cas de rupture du câble de traction, le câble de détresse, en s'appuyant sous l'action de la charge contre la gorge de cette poulie, en coïnce les rebords entre des mâchoires fixes qui l'embrassent, de manière à arrêter le mouvement de la poulie et, par suite, du câble lui-même.

Cette poulie est d'ailleurs munie d'un frein spécial. Il existe un autre frein sur le tambour principal.

CHEMINS DE FER A CABLE SANS FIN DE SAN-FRANCISCO.

L'une des applications les plus intéressantes qui aient été faites de la traction par câble est certainement celle dont les tramways de San-Francisco fournissent aujourd'hui plusieurs exemples, et dont les premiers essais, décrits dans les *Annales des Ponts et Chaussées*, année 1877, remontent à l'année 1873. Un article récent publié dans le même recueil contient de plus amples détails sur une nouvelle application de ce système.

Les diverses rues de San-Francisco, tracées, comme celles de toutes les villes américaines, suivant deux directions rectangulaires, sont loin de se prêter également, par suite de la configuration accidentée de cette ville, à l'établissement de tramways ordinaires. Certaines rues qui présentent de très fortes déclivités ne pouvant être desservies par ce moyen, on a eu l'idée d'y suppléer en accommodant l'emploi de la traction par câble avec machine fixe, qui était naturellement indiqué en pareil cas, aux exigences de la circulation urbaine.

Construction. — La solution à laquelle on s'est arrêté, consiste à faire circuler, dans une double conduite souterraine établie sous le sol de la rue, un câble sans fin sur lequel les cars, à la descente

comme à la montée, se touent au moyen d'une griffe qu'on peut à volonté mettre en prise ou rendre libre instantanément, et qui passe dans une rainure longitudinale très étroite.

Il y avait à San-Francisco, à la fin de 1880, quatre tramways ainsi desservis et un cinquième en construction. Le tableau ci-après définit les conditions principales de leur établissement, que les profils en long de la planche XXXII font connaître en détail :

NOMS DES RUES.	DATE DE L'OUVERTURE de la ligne.	LONGUEUR DESSERVIE.	DIFFÉRENCES de NIVEAU (MAXIMA)	PLUS FORTES PENTES.
		mètres.	mètres.	mètres.
Clay................	1er sept. 1873.	1033	93,57	0,160
Sutter..............	3 mars 1877.	1620	50,90	0,058
California....	10 avril 1878.	2750	80,56	0,182
Geary...	6 février 1880.	2287	50,33	0,082
Union et Montgomery (Presidio R.R.).....	1881	3237	79,00	0,214

Machines fixes. — Sur chacune des deux premières lignes, les machines fixes ont été établies à l'une des extrémités, à flanc de coteau et à une certaine distance au delà du faîte; sur celles des rues California et Union, on les a placées plus judicieusement au milieu de la distance à parcourir. Par suite du prolongement des deux premières lignes, les machines occuperont d'ailleurs finalement des positions analogues sur les quatre lignes.

La position des machines au milieu de la ligne a l'avantage de diminuer les inconvénients résultant de la trop grande longueur des câbles et des variations de cette longueur, les mêmes machines actionnant en réalité deux câbles distincts situés dans le prolongement l'un de l'autre.

La figure 6, pl. XXXIII, relative au tramway de la rue California montre la position occupée généralement par les machines fixes par rapport à la rue, sur un des côtés de laquelle elles sont placées. Pour les premiers tramways, celui de la rue Clay par exemple, l'arbre moteur était placé dans un plan vertical parallèle à la voie, ce qui nécessitait un renvoi dans le sens perpendiculaire. En plaçant l'arbre moteur normalement à la voie, et tout le système de transmission à l'aplomb même de la ligne à desservir, les frottements sont considérablement réduits.

Les figures 1, 2, 3 et 4, pl. XXXIII, qui reproduisent les disposi-

tions adoptées pour l'appareil de transmission de la rue California, montrent comment, avec un même arbre moteur actionnant deux roues dentées, le mouvement est transmis, par l'intermédiaire de poulies de renvoi, à deux câbles distincts correspondant respectivement aux deux parties du tramway.

Câble. — Le câble est en fils d'acier; il a sur les différentes lignes, un diamètre de 25 à 31 millimètres. Celui de la rue California (pl. XXXIII, fig. 17) est en 7 torons, comprenant chacun 17 fils de 2 millimètres de diamètre et pèse 3 kilogrammes environ par mètre courant. En ne soumettant ce câble qu'à un dixième de l'effort de rupture, on peut lui faire supporter une charge de $3^t,7$. Les câbles neufs subissent par l'effet de la tension un allongement de trois quarts pour 100 environ.

Pour régler la tension des câbles, des tendeurs sont disposés à leurs deux extrémités; au droit de l'appareil de transmission, des chariots, portant une roue sur laquelle s'enroule horizontalement le câble et circulant sur des rails qui présentent une inclinaison de 20 pour 100, suffisent avec une faible charge de sable pour obtenir une tension convenable. Sur les premières lignes, il n'y avait pas de poulie de tension près de l'appareil moteur; il a été reconnu nécessaire d'en établir pour atténuer les trépidations du câble au moment où un train vient à le saisir ou à le quitter. Aux deux autres extrémités, la tension est réalisée au moyen de contrepoids se mouvant dans des puits verticaux (pl. XXXIII, fig. 5).

Conduite. — Le canal ou conduite dans lequel circule le câble était d'abord entièrement en bois et formé de simples douves tenues par des cercles en fer (pl. XXXIV, fig. 17). Deux fers en U, fixés sur la partie supérieure du cylindre et écartés de $0^m,022$, formaient les bords de la rainure destinée à laisser passer la griffe de touage. Ce système de construction appliqué à la ligne de la rue Clay a été avantageusement modifié pour la rue Sutter par la disposition reproduite pl. XXXIII, fig. 15 et 16, et par l'emploi du béton, qui, dans les tramways des rues California et Geary, forme tout le corps de la conduite (pl. XXXIII, fig. 14). Des armatures, formées par de vieux rails recourbés et espacées de $1^m,21$, supportent par leurs extrémités les longrines qui reçoivent les rails de la voie, et portent en outre dans leur partie centrale d'autres armatures formant

voûtes, sur lesquelles sont fixés les bords de la rainure. Un plancher en fer recouvre le canal et supporte le pavage contre les rails.

Les galets destinés à diriger le câble sont portés par les armatures en fer de la conduite; ils ont en général un diamètre de $0^m,25$ à $0^m,28$ et sont espacés de 9 à 12 mètres. Ces galets occupent le fond de la galerie. Des ouvertures sont ménagées de place en place pour le graissage des poulies et la visite des galeries.

La voie ferrée n'a que $1^m,06$ de largeur sur toutes les lignes; sur les dernières construites, le rail ordinaire en fer a été remplacé par un rail en acier qui est fixé sur une longrine. La forme particulière du rail est destinée à faciliter la sortie des voitures ordinaires engagées sur la voie.

Matériel roulant. — Le service est fait par un car ordinaire attelé à un locomoteur (*dummy*) pouvant aussi recevoir des voyageurs. Au centre du dummy, dont la plate-forme est plus basse que celle du car, est installé l'appareil de touage (*grip*), se composant en général d'un cadre fixe très mince qui se prolonge à travers la rainure centrale de la voie, au-dessous de laquelle il se termine par une partie élargie, et d'une languette mobile embrassée par le cadre dont le mouvement d'ascension ou de descente serre ou desserre un système de mâchoires embrassant le câble. Des galets verticaux ou inclinés portés par le pied du cadre servent de guides à l'appareil de touage.

Dans le premier grip du tramway de la rue Clay, les mâchoires étaient mises en jeu par un coin poussé de bas en haut par la languette verticale; l'une d'elles était portée par un cadre, que faisait glisser horizontalement le coin, et qui portait, par l'intermédiaire de bras articulés, les galets inclinés servant de guides et maintenus contre le câble par des ressorts (pl. XXXIV, fig. 17, 18 et 20 à 28). Tout l'appareil était d'ailleurs susceptible d'être relevé, ou abaissé verticalement, de manière à dégager complètement le grip du câble.

Ce premier grip, dont le mode de construction plaçait le câble très excentriquement par rapport à l'axe de l'appareil, manquait de solidité. On l'a remplacé au tramway de la rue Sutter par un appareil où le câble était étreint entre quatre galets, dont le rapprochement dans le sens vertical déterminait la mise en prise; le câble pouvait se dégager par le côté; il y avait en outre des galets à axe vertical pour le guider (pl. XXXIV, fig. 15 et 16).

Ce système avait l'avantage de diminuer l'excentricité du corps du grip par rapport au câble; mais l'échappement du câble par le côté présentait des inconvénients.

Dans le grip plus récent adopté pour la rue California, qui est représenté (pl. XXXIV, fig. 14), la mise en prise avec le câble est déterminée par le rapprochement vertical de deux mâchoires; celle du bas est fixe et celle du haut mue par un levier. Des poulies de direction suspendues à la partie fixe de l'appareil soutiennent le câble, qui présente une légère courbure quand il est en prise.

On est revenu, pour le grip de la rue Geary représenté (pl. XXXIV, fig. 19), aux poulies inclinées suspendues symétriquement de part et d'autre de l'axe du câble pour le guider, ce qui permet de mieux le diriger et d'éviter qu'il ne s'échappe, tout en donnant des facilités suffisantes pour le dégager.

Freins. — La forte inclinaison de certaines rampes donne une importance particulière aux moyens d'arrêt dont le dummy et le car qui lui fait suite doivent être chacun munis. Sur le car comme sur le dummy, il y a deux moyens d'arrêt : 1° le système de freins ordinaires des tramways, avec sabots agissant sur les roues (pl. XXXIV, fig. 4, 6, 7, 8, 9, 10, 12 et 13); 2° un deuxième système de freins agissant directement sur les rails et consistant dans un sabot horizontal, que fait descendre ou monter un système de leviers établi sur le dummy (pl. XXXIV, fig. 6, 8, 9, 10 et 11); le mécanicien manœuvre le premier de ces freins en appuyant du pied contre une palette; il agit sur le second au moyen d'un levier analogue à celui du grip. Sur le car, le conducteur peut agir sur l'un et l'autre système de freins au moyen des manivelles placées à sa portée, qui actionnent des chaînes fixées aux leviers de commande.

L'efficacité de ce double système de freins a été pleinement démontrée par l'expérience; ils permettent de réaliser un arrêt complet sur les plus fortes pentes au bout d'un parcours de quelques mètres avec une vitesse de marche de 10 kilomètres.

Exploitation. — Les doubles machines motrices affectées au service des tramways, auxquelles on a donné sur le premier tramway construit une force de 40 chevaux seulement qui a été notablement augmentée sur les plus récents, impriment aux câbles sans fin une vitesse qui varie de 6 à 10 kilomètres. Le nombre de trains

en marche varie lui-même de 6 à 14, sur une longueur de 2 à 3 kilomètres. Le poids de chaque train peut être évalué ainsi qu'il suit :

Dummy	1260 kilog.
Car	1800 »
40 voyageurs à 70 kilog	2800 »
Total	5860 kilog.

Il peut s'élever jusqu'à 7000 kilogrammes avec les voyageurs prenant place debout dans le car.

Comme les cars des tramways ordinaires, ceux du tramway à câble n'ont pas de points d'arrêt déterminés, mais ils s'arrêtent généralement aux croisements des rues transversales; l'arrêt s'obtient à la montée rien qu'en lâchant le câble, à la descente, en agissant, après avoir lâché le câble, sur le frein des roues; les freins agissant directement sur les rails ne servent qu'exceptionnellement.

A l'extrémité du parcours, le retournement du train était obtenu tout d'abord au moyen d'une double plaque tournante; on évite maintenant leur emploi au moyen d'un système d'aiguilles (pl. XXXIII, fig. 7). Le dummy détaché du train que l'on arrête en A continue sa route vers C à la faveur de la pente; le conducteur manœuvre à la main l'aiguille placée en N pour faire passer le car sur la voie G, qu'il descend de la même manière et qu'il parcourt jusqu'au taquet d'arrêt T; puis le dummy continue à descendre de manière à se placer en tête du car en franchissant l'aiguille qu'il prend en talon, et qui revient d'elle-même à sa position normale ouvrant la voie D.

Au droit des machines fixes, le dummy devant changer de câble, abandonne l'un pour reprendre l'autre en continuant sa marche avec sa vitesse acquise, aidée d'une faible pente; une faible pente en sens inverse favorise le même passage sur l'autre voie.

Le service n'est interrompu que de deux à six heures du matin; les départs, comme sur plusieurs lignes de tramways, se succèdent à des intervalles variables entre deux et sept minutes; un téléphone établi sur le tramway de California street permet au directeur du service, installé près des machines fixes, d'en régler tous les détails en communiquant directement avec les stations extrêmes.

Le nombre de voyageurs transportés par jour, qui est en moyenne de 5000 dans chaque sens pour Clay street, s'élève pour California

et Sutter streets jusqu'à 9000 et 11 000. Le tarif est uniformément de 0 fr. 25 sur toutes les lignes.

La dépense d'établissement ne paraît pas avoir dépassé 425 000 fr. pour le tramway de la rue Clay tout compris, bien que cette ligne ait été construite dans des circonstances difficiles; pour la rue Geary, les dépenses ont été évaluées à 1 300 000 francs. On peut donc compter que les tramways à câble de San-Francisco ont coûté de 300 000 à 400 000 francs le kilomètre, y compris le matériel roulant[1]. Or celui de la rue Clay ne rapporte pas moins de 750 000 francs par an, et ses dépenses d'exploitation ne s'élèvent pas à plus de 18 325 francs par mois, soit 220 000 francs annuellement.

Celui de la rue Sutter, qui avait été exploité un certain temps avec des chevaux, n'avait pendant tout ce temps jamais donné de dividende; il en donne de 12 pour 100 depuis qu'il est exploité par câble. Les autres lignes ont également donné de très bons résultats financiers, et leur succès a déterminé une société de constructeurs à entreprendre la conversion, en tramways de ce système, de plusieurs autres lignes de tramways à chevaux à profils très peu accidentés, sur lesquelles ils estiment que l'emploi du câble sans fin permettrait de réaliser une économie d'au moins un tiers sur les frais d'exploitation, bien que la traction par chevaux se fasse relativement dans des conditions économiques à San-Francisco, où l'on peut acheter et nourrir des chevaux à meilleur marché qu'ailleurs.

Suivant eux, la généralisation de la traction par câble sans fin serait la meilleure solution de l'exploitation des tramways, où elle satisfait à la fois à la condition d'être économique, de ne causer aucune gêne à la circulation ordinaire, et de pouvoir se faire sans aucun danger, tous les trains marchant avec une vitesse uniforme que l'on peut régler à volonté suivant les exigences du trafic, et possédant des moyens d'arrêt que l'on peut considérer comme instantanés.

Il est certain que la rainure de 2 centimètres ouverte dans le sol pour le passage du grip n'est pas de nature à gêner sérieusement la circulation, puisqu'elle n'est que les deux tiers de l'ornière admise sur les tramways ordinaires, et que le tramway à câble, au point de vue de la facilité du démarrage, l'emporte sur les tramways ordinaires; il évite d'ailleurs toute perte de force à l'arrêt.

---

1. Voir la note à la fin de ce volume.

Par contre, les cars ne peuvent reculer, ni accroître leur vitesse de marche. La rupture possible du câble, sans offrir aucun danger pour la sécurité des voyageurs et du public, a, il est vrai, l'inconvénient de désorganiser complètement le service; mais l'expérience prouve qu'elle ne se fait pas brusquement, et qu'un câble peut fournir une longue carrière avant qu'elle se produise. Le premier câble de la rue Clay a travaillé pendant 840 jours à raison de 17 heures par jour avant de se rompre; il avait alors parcouru 143 000 kilomètres; son remplacement a demandé 30 heures. Ce remplacement que l'on peut, malgré l'usure résultant principalement de l'action du grip, retarder beaucoup par un entretien soigneux et des réparations bien faites, pourrait se faire en quelques heures, si l'on avait dans la conduite un câble de réserve prêt à placer, et on pourrait éviter ainsi toute interruption de service.

Nous avons déjà vu d'autre part que les trépidations du câble, qui font éprouver des secousses désagréables aux voyageurs en même temps qu'elles nuisent à sa conservation, avaient été beaucoup atténuées par l'addition d'un second tendeur. L'interposition entre le poids produisant la tension et la poulie terminale d'un système de crémaillère avec roues dentées et encliquetage permet, en réduisant convenablement le poids du tendeur, d'y remédier encore plus efficacement.

Le système de tendeur avec ressort représenté par les figures 8, 9, 10, pl. XXXIII, où la tension du ressort peut être réglée par le moyen d'un engrenage, remplit encore mieux le même objet.

Au point de vue de l'application du câble sans fin à la traction en palier, bien que le câble n'offre plus alors l'avantage caractéristique de l'utilisation des charges descendantes à la traction des charges montantes, on doit reconnaître qu'il conserve celui de maintenir entre l'ensemble des résistances passives et la puissance motrice un équilibre favorable à la régularité de la marche des machines motrices et des trains; le câble, par sa force vive augmentée de celle des trains en marche, agit comme le ferait un volant à l'égard des résistances variables qui peuvent se produire sur certains points.

On reproche avec raison, à la traction ordinaire par câble, d'avoir à vaincre à chaque instant une somme de résistances passives, qui croît avec la longueur du câble, tandis que pour la locomotive les résistances ne se présentent que successivement. Mais ce reproche perd beaucoup de son importance, lorsqu'au lieu d'un seul train

occupant à un moment donné une petite fraction du parcours total, il y a sur toute la longueur du parcours une série de trains entre lesquels se répartissent toutes les résistances passives.

Pour l'ensemble de ces trains, le poids mort du câble est d'ailleurs notablement moindre que la somme des poids des locomotives qui feraient le même service.

Le mode de transmission est, il est vrai, plus direct dans la locomotive que pour le câble, où les engrenages, les frottements sur les poulies et les résistances provenant de la raideur du câble, tendent à diminuer les efforts transmis, mais en tenant compte de la régularité de la marche des machines fixes, opposée aux intermittences du travail des locomotives, sujettes en pareil cas à de nombreux arrêts, on est autorisé à croire qu'on arrive avec le câble à un rendement au moins aussi avantageux, grâce à la réduction considérable opérée dans le personnel des mécaniciens et chauffeurs.

Le système de tramway à traction par câble, qui satisfait, sans soulever d'objection sérieuse, aux principaux desiderata de la circulation urbaine, paraît en définitive appelé à un certain avenir.

Si, en Amérique, les rues tracées par grands alignements droits se prêtent mieux que partout ailleurs à son établissement, il n'y a pas de raison de penser qu'il ne pourrait être également installé avec succès dans les rues en courbes de petit rayon, que l'on franchirait à l'aide de galets convenablement disposés (pl. XXXII, fig. 7).

C'est à MM. Hallidie et Eppelsheimer, que les tramways à câble sans fin doivent la plupart des perfectionnements que nous venons de décrire[1].

---

1. A Chicago, qui est, comme on le sait, bâti entièrement sur un terrain plat, on vient d'établir un chemin de fer à câble de $7^k,2$ divisé en deux sections à peu près égales. Toutes les rues sont de niveau ; mais on a cherché à donner aux canaux où sont logés les câbles une faible inclinaison (1/300 à 1/500) pour y faciliter l'écoulement de l'eau. Ces canaux sont établis avec cadres en fer et remplissage en béton. Bien qu'il existe sur cette ligne, qui présente plusieurs retours à angle droit, des courbes d'un très court rayon, l'exploitation paraît s'y faire sans difficulté.

Il est à remarquer que les hivers sont très rigoureux à Chicago ; on n'a pas été arrêté néanmoins par les difficultés qui pouvaient résulter, pour la traction, de l'obstruction par la glace de la rainure donnant passage au grip. On a pris seulement la double précaution de ménager une plus grande hauteur libre entre le dessous des galets et le fond de la conduite du câble, et d'établir entre cette conduite et les égouts de la ville de nombreuses communications pour la drainer, afin d'y diminuer les chances de congélation en hiver.

CHAPITRE XXXV

CHEMIN DE FER AÉRIEN (ELEVATED R.R.) DE NEW-YORK

INTRODUCTION.

On sait que la ville de New-York, dont la population, d'après le recensement de 1880, s'élève à 1 206 590 âmes, occupe la plus grande partie de l'île de Manhattan, dont la largeur ne dépasse guère, entre l'Hudson et la rivière de l'Est, 3500 mètres, tandis que sa longueur, mesurée dans la partie centrale, de la pointe de la Batterie à la rivière de Harlem, est de plus de 15 kilomètres (pl. XXIX). La population est surtout concentrée dans l'espace triangulaire compris entre Canal Street et la pointe méridionale de l'île, où se trouve le quartier des affaires, et où la circulation, toujours extrêmement active, devient énorme au commencement et à la fin de la journée, aux heures de départ et d'arrivée de toutes les personnes qui ont leurs occupations dans ce quartier et leur résidence dans la partie septentrionale.

Les relevés annuels du mouvement des voyageurs sur les tramways et les lignes d'omnibus en 1873 n'ont pas constaté moins de 148 millions de personnes transportées sur l'ensemble de ces lignes, soit une moyenne par jour de plus de 400 000, dont plus de la moitié dans l'espace de quelques heures, matin et soir. Les principaux courants de circulation, dirigés dans le sens de la longueur de l'île et empruntant vers le Nord les longues avenues qui embrassent le Parc Central, se croisant avec ceux qui aboutissent par les rues transversales aux bacs à vapeur traversant la rivière de l'Est et l'Hudson, il en résultait, pour les tramways marchant dans ces deux directions perpendiculaires, et se suivant dans le même sens à des intervalles de quelques minutes, des arrêts multipliés et des dangers de collision qui, eu égard à l'encombrement habituel des

rues dans les quartiers les plus populeux, les rendaient tout à fait insuffisants pour satisfaire aux exigences de la circulation et de la sécurité publique.

Cette situation ne pouvait manquer d'appeler un remède. On songea tout d'abord à établir à New-York des chemins de fer souterrains comme ceux de Londres, et un premier essai de voie souterraine eut lieu près de City-Hall, mais il ne tarda pas à être abandonné. L'exécution d'une pareille ligne était loin de se présenter dans des conditions aussi favorables qu'à Londres; au lieu d'être ouvert dans des couches d'argile, le tunnel devait être percé partout dans la roche granitique; situé en outre sur la plus grande partie de sa longueur en contre-bas des plus hautes mers, il était exposé à des infiltrations abondantes; enfin la configuration de la ville conduisant à lui donner une bien plus grande longueur qu'à Londres, où le tracé du Metropolitan Railway, qui se rapproche d'une circonférence, permet de desservir avec un faible développement des quartiers très étendus. Une estimation de la dépense, faite par MM. Evans, Chesbrough et Greene en 1869, ne portait pas le prix du kilomètre à moins de 10 millions de francs; aussi, bien que le chemin de fer souterrain eût été recommandé par un comité du Sénat de New-York, on dut chercher une autre solution moins coûteuse.

L'établissement d'un chemin de fer en tranchée, qui, sauf dans certaines avenues dont il aurait pu occuper la partie centrale, entraînait des dépenses considérables d'expropriation, évaluées dans les estimations les plus modérées à 15 millions 1/2 par kilomètre, ne parut pas davantage praticable.

La solution à laquelle on s'est arrêté, et qui s'applique seulement au transport des voyageurs, à l'exclusion des marchandises, celle d'un réseau de voies ferrées portées par un système de viaducs métalliques établis dans les rues, a passé par de longues péripéties avant d'être définitivement adoptée.

Dès l'année 1866, un projet avait été présenté par M. Ch. Harvey pour l'installation d'une voie ainsi suspendue sur 800 mètres de longueur dans Greenwich street à partir de Battery place. Une Compagnie obtint l'année suivante la concession de cette ligne d'essai, qu'on exploita d'abord avec un câble sans fin mû par des machines fixes. Cette Compagnie tomba en faillite, et ce n'est qu'en 1872 que sa concession fut reprise par une Compagnie nouvelle, celle du

New-York Elevated R.R., qui prolongea la ligne dans Greenwich street et dans la neuvième avenue jusqu'à la trente-quatrième rue, de manière à lui donner une longueur totale de 6 kilomètres, et l'exploita régulièrement à partir de 1873 avec de petites locomotives à quatre roues.

Cette exploitation était encore beaucoup trop restreinte pour donner des résultats sérieux, et la question du transport rapide des voyageurs (*rapid transit*) n'a véritablement avancé qu'après avoir fait l'objet de nouvelles études, entreprises par la Société américaine des ingénieurs civils, chargée à la fois de la recherche des meilleurs moyens à appliquer à ce transport, et de l'étude des dispositions législatives spéciales destinées à lever les obstacles que cette application pourrait rencontrer au point de vue légal.

Un remarquable rapport d'un comité de la Société des ingénieurs civils, en date du 30 janvier 1875, a tracé le programme que les nouvelles voies devaient remplir, pour résoudre dans des conditions réellement pratiques le problème des transports rapides à bon marché. Partant de ce principe que les conditions d'exploitation de ces voies devaient être toutes différentes de celles d'un chemin de fer ordinaire, en ce que, comme sur les tramways, on devait chercher plutôt à augmenter la fréquence que la charge des trains, ce qui devait conduire à y faire circuler un matériel essentiellement léger, la commission s'est prononcée tout d'abord en faveur du système aérien, comme le seul susceptible de mettre cette légèreté du matériel à profit pour introduire de sérieuses économies dans la construction.

Les conclusions du rapport de la commission étaient : 1° qu'il y avait lieu d'établir deux lignes parallèles, une de chaque côté du Parc Central, susceptibles d'être complétées plus tard par des embranchements ; 2° que ces lignes devaient être établies avec deux voies au-dessus des rues, et ne pas coûter plus de 2 100 000 à 3 300 000 francs par kilomètre ; 3° qu'il n'y avait pas lieu de fixer de types uniformes pour l'infrastructure, qu'on devait laisser libre de s'adapter partout aux circonstances locales ; 4° que cette infrastructure, ainsi que le matériel roulant, devaient satisfaire à des conditions particulières de légèreté ; 5° que, s'il n'était pas possible de décider l'industrie privée à entreprendre les travaux, la ville de New-York ne devait pas hésiter à s'en charger.

Un peu plus tard, en juin 1875, la législature procéda à la nomi-

nation d'une commission de cinq membres pour fixer les tracés et les systèmes généraux de construction applicables à chacune des parties du réseau. L'établissement des voies dans chaque rue était toutefois subordonné au consentement de la majorité des propriétaires riverains, ou, à défaut de ce consentement, à l'avis favorable d'une commission spéciale nommée par la Cour suprême de l'État de New-York.

La première de ces commissions s'est arrêtée à un double réseau de lignes, correspondant chacun à une concession particulière. Celle de la Compagnie du New-York Elevated R.R. devait comprendre, avec la ligne de Greenwich street et de la neuvième avenue située à l'ouest du Parc Central, une autre ligne située à l'est du même parc, partant aussi de Battery place et empruntant d'abord Pearl street, puis la troisième avenue jusqu'à la rivière de Harlem, soit un réseau total d'environ 28 kilomètres.

La concession du Gilbert Elevated R.R. présentait également deux branches, partant de Battery place, et aboutissant, l'une par Church street, West Broadway et la sixième avenue, à l'extrémité méridionale du Central Park; l'autre, dirigée par Christie street et la deuxième avenue vers la rivière de Harlem, soit une longueur totale de $16^{k},5$.

Ces deux concessions devaient comprendre en outre des embranchements transversaux destinés à relier les différentes lignes entre elles et avec la gare centrale du New-York Central et Harlem R.R., ainsi qu'à divers points d'embarquement des ferry-boats de la rivière de l'Est.

La construction de ces lignes a été entravée un certain temps par des réclamations élevées à la fois contre la loi qui en avait autorisé l'exécution, et contre son application par les commissaires.

Ces difficultés finirent par être levées par l'intervention des tribunaux, qui décidèrent que les deux Compagnies avaient pleins pouvoirs pour continuer les lignes commencées, et qu'il y serait passé outre, malgré l'opposition des particuliers, dont les droits restaient d'ailleurs réservés en ce qui touchait les dommages qu'ils pouvaient éprouver, et dès lors les Compagnies purent pousser avec une très grande activité la construction des deux réseaux, sur lesquels, à la fin de 1879, avait été déjà mise en exploitation une longueur de lignes de 45 kilomètres.

Infrastructure.

Système de construction. — Suivant la longueur des rues et le genre des habitations en bordure, différents systèmes ont été employés pour l'infrastructure ; ils diffèrent à la fois par la position des supports et des voies, et par le mode de construction du tablier.

Le premier de ces systèmes, employé surtout par la Compagnie du New-York Elevated, est caractérisé par des supports isolés, placés généralement sur le bord des trottoirs et portant directement la voie; il existait déjà dans Greenwich street, où la voie, qui était unique, reposait, par l'intermédiaire de traverses et de fermes longitudinales en fer à double T à âme pleine, sur une file de colonnes.

Les fermes longitudinales fléchissaient très sensiblement sous la charge des machines, si légères qu'elles fussent, et les colonnes manquaient de stabilité. En donnant une plus forte section aux colonnes formées de quatre fers à double T recourbés en consoles à leur partie supérieure, et reliés sur toute leur hauteur par des barres de treillis, et en renforçant également les fermes longitudinales, on est parvenu, sans changer le mode de construction de l'infrastructure, à en accroître beaucoup la résistance.

A son extrémité inférieure, chaque colonne est engagée dans une embase en fonte scellée au moyen de boulons dans un massif de maçonnerie qui a 2 mètres en carré à la base et au moins $1^{m},22$ de hauteur.

Les colonnes sont espacées longitudinalement de $13^{m},20$, et les poutres en tôle rivée qu'elles supportent laissent au-dessus du sol une hauteur libre de $4^{m},42$ (pl. XXIX, fig. 1, et pl. XXX, fig. 1).

Après un sérieux examen, la stabilité de ce système de construction, qui avait été tout d'abord contestée, a été généralement admise. On a reconnu qu'il ne pouvait jamais être soumis qu'à des effets transversaux très faibles, et que, malgré le jeu laissé entre les fermes longitudinales pour leur libre dilatation, les efforts longitudinaux susceptibles de se développer au passage des trains étaient très efficacement combattus par le double cours continu de longrines en bois appliquées sur les traverses de la voie pour servir de garde-rails, sur lesquelles les variations de température sont sans effet.

Le système que nous venons de décrire est surtout bien approprié aux rues étroites, occupées principalement, soit par des entre-

pôts et des magasins en gros, soit par des logements de peu de valeur, où il permet de bien dégager la voie charretière au grand avantage de la grosse circulation, sans que le voisinage des voies ferrées puisse avoir alors pour les propriétés riveraines des inconvénients sérieux.

Dans les rues plus spacieuses, à trottoirs plus larges, bordées de constructions de même nature, les inconvénients de ce voisinage sont encore moins sensibles. Aussi a-t-on été conduit à appliquer ce système aux rues Bowery et New-Bowery, occupant la partie centrale de la ville, qui ont respectivement 13 et 18 mètres de largeur de voie charretière, avec d'autant plus de raison que les rues ont une énorme fréquentation de voitures de toute espèce.

Pour les rues bordées par des magasins de luxe ou des habitations d'une certaine valeur, dont l'achalandage ou la location pourraient souffrir d'une trop grande proximité des voies ferrées, il est au contraire rationnel de sacrifier dans une certaine mesure la voie charretière aux trottoirs ; c'est le parti que l'on a pris pour un grand nombre de voies comprises dans le réseau de la Gilbert Elevated Cy, où la double voie ferrée est portée par un système d'entretoises à treillis traversant la rue (pl. XXX, fig. 2 à 6) et reposant sur des colonnes placées sur la voie charretière.

Ce système, caractérisé par des entretoises transversales régnant au-dessus de la voie charretière, dont la double voie occupe en projection la partie centrale, a été appliqué à la 6e avenue et à la rue West Broadway, qui ont respectivement des largeurs de 18m,30 et 15m,15 entre trottoirs. L'infrastructure de la voie dans cette dernière rue, représentée par les fig. 2 à 6, pl. XXX, a été construite par la maison Clarke, Reeves et Cy, de Philadelphie. Des entretoises, dont l'espacement d'axe en axe ne dépasse pas 2m,65, sont supportées par des fermes longitudinales du système Pratt, laissant au-dessus de la chaussée une hauteur libre de 4m,42. Les colonnes qui supportent ces fermes d'environ 15 mètres sont du type de l'usine de Phenixville (t. I, p. 133), à six segments; elles reposent par une surface sphérique sur l'embase de fondation. Le but de cette disposition est d'assurer une bonne répartition des charges, lors même que les colonnes prendraient un certain mouvement ; on peut se demander s'il n'eût pas été préférable de donner à l'encastrement plus de rigidité, de manière à prévenir complètement tout mouvement. Ces colonnes sont remplies intérieurement de mortier de ciment.

Les fermes longitudinales ont été calculées pour supporter par mètre courant :

Une charge roulante de	2250 kilog.
Un poids mort de	525
Total	2775 kilog.

La charge roulante admise par l'usine de Phenixville sur les ponts de chemins de fer pour des portées de 15 mètres, étant de 4500 kilogrammes (t. I, p. 130), a subi une réduction de 38 pour 100.

Dans les avenues de grande largeur, la position centrale donnée aux voies ferrées est celle qui, sans entraver sensiblement la circulation des voitures, dégage le mieux les propriétés riveraines. Les deux Compagnies du New-York Elevated et du Gilbert Elevated ont appliqué respectivement, dans ce cas, les types représentés pl. XXIX, fig. 1, et pl. XXX, fig. 1, qui laissent entre les bordures de trottoirs et les supports un intervalle suffisant pour une ligne de tramways.

Dans la sixième avenue, construite par la Compagnie du Gilbert Elevated, les fermes établies dans le système Pratt forment garde-corps, ainsi que le montrent les figures 2 et 3 de la planche XXX.

Le système de construction du New-York Elevated, qui transmet directement aux supports les charges agissant au sommet des fermes (*deck plan*) est évidemment plus économique que celui du Gilbert Elevated, où les charges agissent en bas (*through plan*), en raison de l'addition des entretoises dont le poids augmente avec l'écartement transversal des points d'appui.

Dans les parcs et à travers les terrains non bâtis qu'elles traversent au nord de New-York, les deux lignes du New-York et du Gilbert Elevated sont établies sur de véritables viaducs métalliques analogues à ceux que l'on rencontre sur les chemins de fer proprement dits (*trestle works*) ; les palées des estacades y sont réunies par des entraits et des tirants, et les colonnes sont supportées par des massifs de fondation en maçonnerie s'élevant à une certaine hauteur au-dessus du sol.

Montage. — Le montage de l'infrastructure sur le New-York Elevated R.R. a été fait en deux parties. La grue (*derrick*) servant à dresser les colonnes était portée sur un camion tiré par deux chevaux et présentait au sommet de sa flèche une fourche en

forme d'M servant à fixer deux palans. La colonne, suspendue un peu au-dessus de son centre de gravité, venait en se dressant passer dans la fourche du derrick; une colonne était ainsi mise en place en dix minutes.

Pour le levage des fermes, on se servait de deux wagons plats circulant sur les fermes déjà montées et portant l'un, un derrick, l'autre une petite machine à vapeur actionnant le derrick. La mise en place d'une ferme ne demandait pas plus d'un quart d'heure.

Sur le Gilbert Elevated, on a employé des échafauds roulants surmontés de grues qui servaient à la fois à dresser les colonnes et à mettre les fermes en place.

Pour les assemblages, on a eu recours exclusivement à la rivure sur le réseau du New-York Elevated; sur celui du Gilbert Elevated on a employé concurremment la rivure et les boulons d'articulation (*pin connection*).

Superstructure.

Le profil en long de la voie ne présente partout que des déclivités assez faibles; les plus fortes varient entre 5 et 10 millimètres par mètre; quant au rayon des courbes, il s'abaisse dans certains tournants jusqu'à 27 mètres.

La voie avait d'abord été établie avec une largeur inférieure à la largeur normale sur le premier tronçon de Greenwich street; elle a été postérieurement portée à la largeur normale. On a également changé le profil des rails et leur mode de fixation ; on a fini par adopter des rails en acier de 28 kilogrammes par mètre courant reposant sur des traverses en *yellow pine* de $2^{m},45 \times 0^{m},175 \times 0^{m},15$, espacées de $0^{m},61$ et fixées sur les fermes longitudinales par des boulons. Des garde-rails en même bois de $0^{m},20 \times 0^{m},175$, entaillés à la rencontre des traverses, sont boulonnés sur ces pièces; la surface de ces garde-rails, dont nous avons déjà eu l'occasion de signaler l'importance au point de vue de la résistance aux efforts longitudinaux, est protégée par un bordage en bois blanc de $0^{m},05$ d'épaisseur.

Il n'y avait d'abord qu'une seule voie dans Greenwich street et pas de plaque tournante pour les machines; les trains composés de 2 à 3 voitures marchaient successivement machine en tête et machine en queue par séries de 2 à 3 dans chaque sens. Le trajet

aller et retour entre la Batterie et la trente-quatrième rue exigeait en moyenne dans ces conditions près de 35 minutes.

Vers le milieu de l'année 1878, on avait déjà beaucoup amélioré le service en doublant la voie sur une certaine longueur et en établissant à quelques stations des voies d'évitement, ce qui permettait de faire partir des trains tous les quarts d'heure; mais il est évident que des lignes appelées à recevoir à certains moments de la journée une énorme affluence de voyageurs, comme les chemins de fer aériens de New-York, ne pouvaient être convenablement desservies qu'à la condition d'être sur toute leur longueur à double voie, de manière à permettre de multiplier à volonté les trains dans chaque sens.

Actuellement la double voie est partout posée sur toutes les lignes qui, à la fin de l'année 1881, avaient un développement de $51^{k},5$, et les stations, espacées de 300 à 500 mètres, reçoivent, par les deux côtés de la voie, les voyageurs, pour lesquels on a établi en conséquence deux abris et deux escaliers symétriquement disposés.

La planche XXXI donne, fig. 1 à 4, les plan, coupe et élévation d'une de ces stations, située à l'intersection à angle droit de deux rues, et la figure 5 de la même planche donne le plan d'une station située à l'intersection oblique de deux autres rues. Les raccordements des voies dans les stations sont établis ainsi que l'indique la figure 6 de la planche XXXI.

Matériel roulant.

L'économie de l'exploitation et une bonne adaptation de ce service aux exigences de la circulation impliquaient essentiellement, ainsi que nous en avons déjà fait la remarque, l'emploi d'un matériel léger, se prêtant à une réduction notable du poids mort et offrant sous ce rapport les mêmes avantages que les voitures des tramways, combinés avec ceux d'une plus grande puissance de transport et d'une allure plus rapide.

On s'était déjà inspiré de cette idée sur le premier tramway de Greenwich street, où chaque train ne comprenait que trois voitures pesant chacune, à vide, 5 tonnes, et avec un nombre maximum de 48 voyageurs, $8^{t},6$; ces trains étaient remorqués par de petites machines dont le poids ne dépassait pas 5 tonnes toutes garnies. On a toutefois reconnu plus tard, ainsi que nous allons le voir, la

nécessité de faire dans la construction du matériel une part plus grande aux exigences du trafic en augmentant la puissance des machines, et en apportant aux voitures primitives des modifications qui en ont accru notablement le poids.

Voitures. — Les premières voitures, qui avaient une longueur de 10m,82 intérieurement et 12m,65 extérieurement y compris les plates-formes extrêmes, avec une largeur de 2m,13, avaient cela de particulier, que la partie centrale, dans l'intérêt de la stabilité, en était établie à un niveau plus bas que les extrémités. On a renoncé à cette disposition incommode dans les nouvelles voitures sur les deux lignes.

Sur le New-York Elevated, on a employé pendant quelque temps des cars construits par Jackson et Sharp de Wilmington, différant des cars ordinaires en ce que l'on y entrait par deux portes latérales, placées au centre (pl. XXIX, fig. 3). Les portes extrêmes ne servaient que pour le passage des conducteurs. A l'intérieur du car et à l'une de ses extrémités il y avait un poêle. Des sièges amovibles pouvaient être placés devant les portes latérales, dont une seule, celle du côté droit (les trains prennent la voie de droite) était ouverte dans chaque trajet.

Ces nouveaux cars, dont les ouvertures latérales, plus commodes pour le service, offraient l'inconvénient d'interrompre les armatures de consolidation longitudinales, avaient pour un nombre de voyageurs égal à celui des premières un poids beaucoup plus considérable; ils ne pesaient pas moins de 8t,5.

Dans les derniers cars fournis par la Compagnie Pullman, on est revenu complètement à la disposition des cars tels que les construit généralement cette Compagnie. Les caisses ont 12m,50 de long et 2m,64 de large. Les portes sont placées aux extrémités; dans la partie centrale, les bancs, disposés transversalement et espacés de 1m,50 de centre à centre, sont au nombre de 4 de chaque côté et offrent chacun 2 places ; il y a en outre aux extrémités des bancs longitudinaux contenant chacun 8 places, ce qui fait encore un nombre total de 48 places (pl. II, fig. 1 et 2).

Pour faciliter le passage des trains dans les courbes très raides, on a adopté un système d'attelage des voitures dans lequel les points d'attache des barres d'attelage sont reportés à 2m,13 en arrière des poitrails, arrondis en conséquence, ainsi que le montrent les figures 3 et 4 de la planche II.

Les châssis des trucks portent six ressorts elliptiques et deux ressorts spéciaux sur chaque levier d'égalisation des charges ; ces leviers, en cas de rupture des essieux, peuvent glisser sur la voie.

Les roues, de $0^m,763$ de diamètre et $1^m,525$ d'écartement d'axe en axe dans chaque truck, sont à disques en papier suivant le mode de construction ordinaire des Pullman cars ; les trucks sont distants de $9^m,44$ d'axe en axe.

Locomotives. — Les locomotives étaient d'abord, sur le New-York Elevated, des locomotives-tenders à quatre roues dont le poids ne dépassait pas 5 tonnes. Dans les nouvelles machines, beaucoup plus puissantes et destinées à marcher avec une vitesse bien supérieure, ce poids s'élève jusqu'à 12 tonnes. Elles sont d'ailleurs établies sur plusieurs types : les unes sont symétriques avec train articulé à l'avant et à l'arrière, de manière à pouvoir marcher indifféremment dans les deux sens ; telles sont celles du Gilbert Elevated R.R., fournies par l'atelier de Grant à Paterson ; les autres employées sur le New-York Elevated R.R. proviennent de l'usine de Baldwin et ont été établies sur le type Forney déjà décrit (p. 148).

Le tableau ci-après résume les principales données relatives aux diverses machines employées sur les chemins de fer aériens de New-York.

DÉSIGNATION DES ÉLÉMENTS.		LOCOMOTIVES FOURNIES PAR :		
		GRANT de Paterson.	BALDWIN (type Forney).	BALDWIN.
		mètres	mètres.	mètres.
Cylindres	Diamètre	0,25	0,25	0,25
	Course	0,40	0,40	0,35
Roues motrices	Diamètre	0,975	0,94	0,95
	Distance d'axe en axe des essieux	—	1,53	1,83
Base totale		4,65	4,90	1,83
Roues des trucks	Diamètre	0,70	0,70	—
Boîte à feu	Longueur	1,05	1,05	1,67
	Largeur	0,765	0,85	0,86
	Hauteur	—	0,70	0,71
Chaudière en acier	Diamètre	—	—	0,85
Tubes	Diamètre	0,037	0,037	0,037
	Nombre	125	105	100
Poids total de la machine garnie		$14^t,62$	$13^t,45$	$10^t,68$
Charge sur chaque roue motrice		3,12	2,15	2,67
Capacité du tender		1220 litres	1700 litres	1100 litres

Exploitation.

Le Gilbert Elevated, qui est devenu en 1878 le Metropolitan Elevated, et le New-York Elevated, ont fini en 1879 par être affermés par une seule Compagnie, celle du Manhattan Elevated Rail Road, qui exploite maintenant les deux réseaux.

Au milieu de l'année 1881, le réseau exploité comprenait 51 kilomètres et demi, se décomposant en quatre lignes pourvues en totalité d'un matériel de 203 locomotives et 612 voitures.

(À présent — plus de 900 » » 1887)

Marche des trains. — Le service sur les quatre lignes est fait par des trains comprenant de 2 à 4 voitures et partant à des intervalles de 3 à 6 minutes. Les trains les plus chargés et se succédant avec les plus courts intervalles sont ceux du matin; de $6^h,20$ à $9^h,25$ dans un sens et de $6^h,45$ à 10^h dans l'autre, et ceux du soir de 3 à 6^h et de $2^h,30$ à $6^h,55$. Ils marchent avec une vitesse variant de 20 à 22 kilomètres à l'heure qui est amplement suffisante pour toutes les exigences du service.

Il y a en général sur tous les trains un mécanicien, un chauffeur et trois conducteurs; chacun de ces derniers se tient sur les plates-formes aux extrémités des cars.

A chaque station ordinaire, il y a deux employés pour chaque sens du mouvement : un pour la distribution des billets, un autre pour surveiller le dépôt par chaque voyageur de son billet dans une boîte (pl. XXXI, fig. 1 et 5), devant laquelle il doit passer avant d'accéder au quai par une porte qui est close au moment du départ du train.

Le nombre moyen des trains par jour sur les diverses lignes a été en 1881 :

2e avenue	236
3e »	427
6e »	355
9e »	173
En tout	1191

Au moment du plus fort mouvement, on a compté en une heure jusqu'à 44 départs de trains.

Aux gares terminales, il y a en général deux voies seulement; quelques-unes toutefois sont pourvues d'une troisième et d'une

quatrième voies pour des wagons de réserve. Les machines pouvant marcher indifféremment dans les deux sens, on se dispense de plaques tournantes : à l'arrivée d'un train au terminus, on décroche la locomotive qui l'a amené, et on attelle à l'extrémité opposée la locomotive du train précédent, garée en attendant sur une voie latérale, d'où on l'amène par une aiguille, pendant que l'autre machine continue sa marche en avant, jusqu'à ce qu'elle puisse être ramenée après le départ du train à ce poste d'attente. Il y a par conséquent toujours, à chaque terminus, une locomotive de réserve.

Aux stations intermédiaires, la durée des arrêts varie en moyenne entre 15 et 30 secondes.

Jusqu'en 1880, on ne s'est servi, en fait de signaux, que de sémaphores ordinaires enclenchés avec les aiguilles. L'essai du système automatique de signaux du système Hall (décrit page 249) n'a pas réussi; l'insuccès de l'application de ce système paraît devoir être attribué à ce que l'espacement entre les signaux n'aurait pas été calculé convenablement en raison de l'espacement des stations, la plupart très rapprochées; aussi la plus grande garantie qu'on ait contre les collisions, d'ailleurs assez rares, consiste-t-elle dans l'usage du frein commandé par le mécanicien. Le frein employé est le frein à vide du système Eames (p. 169), particulièrement approprié, ainsi que nous avons eu déjà occasion de le faire remarquer, à la circulation des trains courts à faible vitesse; la vue sur la voie n'étant du reste gênée par aucun obstacle, les mécaniciens peuvent y exercer une surveillance très efficace.

Aux embranchements, où, malgré la solidarité établie entre les signaux et les aiguilles, il s'était produit encore quelques collisions, on a fini, sauf sur un seul point, par renoncer à avoir des trains directs pour toutes les destinations; les voyageurs sont en conséquence transbordés dans d'autres trains. Pour prévenir enfin les retards dus aux trains en détresse, on a établi sur un certain nombre de points des voies latérales qui permettent d'en débarrasser rapidement la voie principale.

Enfin toutes les stations sont reliées entre elles par le télégraphe, qui est manœuvré par les préposés aux billets; dans trois stations seulement, il y a un agent spécial pour le télégraphe.

Fréquentation et résultats financiers. — Dès l'année 1873, il y avait

déjà sur la ligne Ouest de l'Elevated R.R. 640 000 voyageurs; ce nombre s'est élevé considérablement au fur et à mesure que le réseau s'est étendu, ainsi qu'on peut en juger par les chiffres suivants, se rapportant à l'ensemble du réseau de l'Elevated R.R.:

Année.	Longueur exploitée.	Nombre de voyageurs transportés.
1873..............	5^{k},6	640 000
1874.	6^{k},4	810 000
1875...............	6^{k},4	910 000
1876...............	8^{k},11	2 268 960
1877...............	9^{k},17	3 292 161
1878...............	23^{k},80	4 916 322

L'ensemble des deux réseaux, formant un total de 51^{k},5 pendant l'année 1879-1880, première année de la réunion des deux réseaux du New-York Elevated et du Metropolitan en une même exploitation, a transporté 60 831 737 voyageurs, soit par jour 166 000 voyageurs en nombre rond, et en 1880-1881, 75 585 778, soit en moyenne par jour 203 542 personnes, c'est-à-dire presque autant que le Metropolitan Railway de Londres. Le maximum du nombre de voyageurs transportés en une journée a été de 302 025 (19 septembre 1881).

Le prix des places étant pour toutes les distances de 0 fr. 50, sauf deux heures le matin et deux heures le soir, pendant lesquelles, dans l'intérêt de la classe ouvrière, il y a réduction de moitié, on conçoit que les tramways peuvent faire encore une concurrence sérieuse aux chemins de fer aériens, grâce à leurs tarifs moitié moindres[1].

D'un autre côté, avant l'établissement des lignes aériennes, les tramways à chevaux étaient complètement insuffisants pour la circulation; les cars, encombrés de voyageurs, dès la station de départ, ne pouvaient recevoir en route qu'un petit nombre de personnes, au grand préjudice de la circulation à faible parcours, qui s'est, par contre, énormément développée depuis que les chemins de fer aériens ont débarrassé les tramways des voyageurs à long parcours.

Les chiffres suivants du mouvement annuel sur les tramways à chevaux de la deuxième et de la sixième avenue, desservies concur-

1. Les tramways perçoivent maintenant pour un trajet sans service de correspondance

remment par les deux systèmes de voies, montrent que ce mouvement a été peu affecté par la concurrence.

NOMS DES RUES.	NOMBRE DE VOYAGEURS TRANSPORTÉS SUR TRAMWAYS.	
	1875-1876.	1879-1880.
2e avenue	15,602,935	12,951,115
6e »	16,738,201	14,567,815

Résultats financiers. — Pendant l'année 1879-1880, où l'ensemble des trains des deux lignes a parcouru 8 830 082k, ce qui correspond pour le parcours total de 52k à 169 805 trains ayant transporté, eu égard au nombre total des voyageurs, 35 personnes en moyenne par train, les recettes se sont élevées d'après M. V. Poor, à 23 064 870 francs en totalité; elles ressortent ainsi à 443 000 francs par kilomètre exploité, à 2 fr. 61 par train-kilomètre et à 0 fr. 38 par voyageur, pendant que les dépenses ont atteint un chiffre de 13 221 696 francs se décomposant comme il suit :

Entretien de la voie	506 623
» du matériel	1 530 494
Exploitation	11 184 579

La dépense totale ressort ainsi à 254 240 francs par kilomètre exploité, à 1 fr. 50 par train-kilomètre et à 0 fr. 21 par voyageur.

Le produit net pour la Compagnie exploitante étant pour l'exercice 1879-1880, de 9 843 174 francs, ne lui a pas permis de payer la redevance convenue avec les deux Compagnies propriétaires, fixée à 10 pour 100 de leur capital-actions, soit à 12 294 791 francs. Les dépenses de construction pour l'ensemble des deux réseaux se sont d'ailleurs élevées à 165 millions, soit à 3 millions environ par kilomètre.

Conclusions. — Quelque jugement que l'on porte sur le système de construction des chemins de fer aériens de New-York au point de vue de l'aspect et de l'incommodité qu'ils peuvent causer aux

25 centimes. Les omnibus, où les voyageurs ne sont pas exposés comme dans les tramways à l'encombrement résultant de ce que leur nombre n'y est pas limité, perçoivent 50 centimes. Les dames se servent presque exclusivement des omnibus.

propriétés riveraines, on ne saurait contester qu'il ne soit la solution la plus économique du problème qu'ils étaient destinés à résoudre.

Les inconvénients des chemins de fer aériens, considérablement réduits dans les rues assez larges pour qu'ils puissent en occuper le milieu, sont amplement compensés par le double avantage qu'ils offrent de décharger la voie publique d'un surcroît de circulation qui est dans les grandes villes une cause perpétuelle d'embarras et d'accidents, et de fournir aux habitants des villes des moyens de transport beaucoup plus rapides que tous les autres.

Bien que leur succès ait été favorisé à New-York par cette disposition, particulière aux populations américaines, à faire bon marché des intérêts particuliers lésés, dès qu'il s'agit d'une entreprise d'intérêt général, et par ce fait qu'un grand nombre des habitants de New-York n'y ayant pas en réalité leur résidence, sont pour cela moins sensibles à des inconvénients qu'ils ne subissent pas d'une manière constante, les chemins de fer aériens sont loin d'y avoir donné encore tous les résultats qu'on est en droit d'en attendre, et qui ne se produiront que lorsqu'un abaissement permanent des tarifs, dont la moyenne est encore trop élevée, aura développé dans une proportion beaucoup plus considérable le mouvement des voyageurs et la création de nouveaux quartiers au nord de l'île de Manhattan.

On sait d'ailleurs que plusieurs autres villes américaines, notamment Chicago et Boston, se préparent à suivre l'exemple de New-York, et que, dans certaines villes d'Europe, il est aussi question d'établir des chemins du même système; il en existe même déjà à Berlin

---

ANNEXES

NOTE A (page 54).

Fabrication des roues en fonte, coulées en coquille.

La fonte que l'on produit aux États-Unis peut être divisée en trois catégories : fonte au charbon de bois; fonte à l'anthracite, et fonte au coke.

La fonte au charbon de bois, soufflée à froid, est celle qui se prête le mieux à la fabrication des roues en fonte ; la trempe (*chill*) atteint avec cette fonte jusqu'à 25 millimètres de profondeur, et la structure cristalline qui caractérise les parties trempées s'harmonise bien avec le reste de la masse, restée grise et à grains fins. Soufflée à l'air chaud, cette fonte est moins propre à la trempe, mais elle donne un produit plus élastique.

La fonte à l'anthracite est à grain plus gros, et elle est moins résistante et moins élastique que celle au charbon de bois; mais lorsqu'elle est tirée de certains minerais, elle présente encore dans une certaine mesure la propriété de se tremper.

Quant à la fonte au coke, non seulement elle ne se prête pas à la trempe en coquille, mais encore elle diminue notablement l'aptitude à la trempe des fontes ayant cette propriété, quand elle y est ajoutée; c'est ainsi qu'il suffit d'une addition de 8 pour 100 de cette fonte à une fonte qui comporterait un *chill* de 22 millimètres, pour ne plus l'obtenir que sur 12 milimètres au plus. Ce fait est d'autant plus fâcheux, que la fonte au coke est beaucoup moins chère que la fonte au charbon de bois, qu'elle vaut souvent au point de vue de la résistance et de l'élasticité.

C'est à M. W. G. Hamilton qu'est due la découverte, datant de 1878, de ce fait, qu'il suffit d'ajouter une certaine proportion d'acier aux fontes à l'anthracite ou au coke pour leur donner la propriété de se tremper. Cette addition rend le grain plus serré, et elle donne à la fonte une teinte plus claire, mais elle la rend aussi plus cassante. Aussi ne dépasse-t-on pas la proportion de 8 pour 100 d'acier.

M. G. Whitney trouva (1872) qu'en substituant le fer à l'acier, la

transformation des fontes peu ou point susceptibles d'être trempées en fontes propres à la fabrication des roues en fonte coulées en coquille s'obtenait sans que l'élasticité du produit se trouvât diminuée, comme si l'on n'y ajoutait que de l'acier. On ajoute jusqu'à 25 pour 100 de fer, ou bien, suivant les fontes sur lesquelles on opère, une proportion de fer et d'acier représentant ensemble de 20 à 25 pour 100 de la fonte. Le produit que l'on obtient se rapproche sous le rapport de la résistance et de l'élasticité des meilleurs aciers fondus.

La société qui détient les brevets de M. Hamilton s'est rendue propriétaire des perfectionnements brevetés par M. Whitney, et dans son usine, aussi bien que dans celles ayant acquis des licences pour l'utilisation du procédé Hamilton, on ajoute généralement du fer et de l'acier à la fonte servant à fabriquer des roues. On fait encore toutefois entrer souvent dans une assez forte proportion de la fonte au charbon de bois dans le mélange ; c'est ainsi que dans la fonderie de roues de la Compagnie du Pennsylvania Rail Road, située à Altoona, quand l'acier était seul employé pour assurer la trempe, on faisait le mélange suivant :

Fonte au charbon de bois	29 %
» à l'anthracite	18 %
» au coke	5 %
Déchets de fonte provenant des ateliers	20 %
Roues cassées fabriquées à Altoona	20 %
Acier	8 %

L'usine de la Hamilton Steeled Wheel C[y] a employé avec succès un autre mélange ainsi composé :

Fonte au charbon de bois	37 %
Fonte à l'anthracite	20 %
Roues cassées et déchets de fonte	35 %
Acier (vieux rails)	8 %

La résistance du produit par millimètre carré était en moyenne de 16^k,4, tandis que la résistance de la meilleure fonte au charbon de bois ne dépassait pas 14 kilogrammes.

A l'usine de M. Whitney, on obtenait par un mélange de

Fonte à l'anthracite	80 %
Acier	10 %
Fer	10 %

un produit dont la résistance atteignait 13^k,9 par millimètre carré, et qui prenait, quoiqu'il n'y eût, ainsi qu'on peut le remarquer, pas d'addition de fonte au bois, de 12 à 13 millimètres de trempe.

En augmentant la proportion de fer et en diminuant dans le même rapport celle de l'acier, la trempe atteignait jusqu'à 19 millimètres de profondeur sans que la résistance diminuât.

Ce qui importe pour arriver à de bons résultats, c'est d'assurer une grande uniformité au mélange de ces diverses matières, d'une fusibilité fort inégale. A cette fin, on introduit d'abord dans le cubilot un mélange des diverses fontes, et ce n'est qu'après plusieurs charges que l'on ajoute le fer et l'acier mélangés à de la fonte, en terminant par des charges de fonte seulement. On utilise le plus souvent de vieux rails de fer ou d'acier, coupés par bouts de $0^m,35$ à $0^m,50$ de long; lorsqu'on ajoute du fer ou de l'acier en menus, par exemple des déchets d'atelier, on a soin de les entasser dans des petites caisses en bois.

Malgré ces précautions, la fonte sortant du cubilot, si elle était directement utilisée pour la fabrication des roues, présenterait aux diverses phases de la fusion des compositions différentes. C'est par l'emploi de grands réservoirs *b* (pl. XXXVIII, fig. 1 et 2), pouvant contenir jusqu'à 4500 kilogrammes, dans lesquels on reçoit la fonte tirée du cubilot, et où s'opère le mélange final, que l'on achève la préparation de la fonte.

Les poches ou cuillers (pl. XXXVIII, fig. 15) servant à couler les roues et ayant, suivant la dimension des roues, de 270 à 300 kilogrammes de contenance, de manière à suffire pour une roue, viennent s'alimenter à ce réservoir principal.

Pour obtenir de bonnes roues, il ne suffit toutefois pas d'avoir à sa disposition la matière convenable et d'avoir bien proportionné les dimensions des roues. Le procédé de la coulée et le traitement des roues après la coulée jouent également un rôle important.

Pour que la fonte soit bien chaude et bien liquide, on se sert de grues *d*,*d*, pour la manœuvre des poches, qui vont du réservoir au moule et qui y retournent chercher un nouveau chargement. Les dispositions adoptées dans la fonderie d'Altoona et dans celle de Reading (pl. XXXVIII, fig. 1 à 11) méritent d'être citées pour leurs bons résultats.

Dès que la fonte a fait prise dans le moule, on retire les roues et là encore, l'importance du transport rapide du moule à la chambre servant à obtenir un refroidissement lent et graduel a fait adopter l'emploi de grues *q* et *m* (pl. XXXVIII, fig. 1 à 3 et fig. 9) présentant de plus l'avantage de réduire les frais de manutention. Toutes les grues sont mues par la force hydraulique.

Le refroidissement lent, souvent précédé d'une recuisson, a pour objet d'effacer les tensions inégales résultant de la trempe.

Les puits dans lesquels on superpose dans ce but les roues peuvent recevoir environ 20 roues; ils ont un revêtement d'environ $0^m,13$ d'épaisseur en maçonnerie, et sont garnis intérieurement de tôle. Lorsqu'on commence l'opération, on a soin de chauffer préalablement ces puits. Ils sont rangés en 4 ou 5 groupes, et chauffés dans certaines fonderies par des foyers spéciaux.

Dans beaucoup de fonderies, comme dans celle de Reading par exemple, on ferme les puits, dès que les roues sont introduites, au moyen de doubles couvercles superposés en remplissant de sable l'intervalle de 5 à 6 centimètres qui les sépare, et l'on établit par des cheminées d'appel un courant d'air qui passe par les moyeux des roues, afin que cette partie des roues, dans laquelle la fonte est le plus épaisse, ne refroidisse pas moins vite que le reste.

Les roues restent environ 4 jours dans les puits, c'est-à-dire qu'elles n'en sortent que lorsque, par un refroidissement uniforme, elles sont arrivées à une température assez basse pour pouvoir être touchées.

Dans l'atelier d'Altoona on coule jusqu'à 175 roues par jour; l'usine de la Hamilton Steeled Wheel C[y] à Philadelphie consomme par jour environ 28 tonnes de fonte pour fabriquer de 100 à 110 roues.

Aux indications fournies dans le tableau de la page 57, nous croyons devoir ajouter quelques chiffres montrant les parcours faits avec des roues dans la composition desquelles entre de l'acier, c'est-à-dire des roues fabriquées suivant le procédé Hamilton.

Sur 114 roues de ce genre, ayant été employées sous des sleeping cars de Pullman, qui, ainsi qu'on le sait, sont bien plus lourds que les voitures ordinaires et qui font toujours partie des trains les plus rapides, on a retiré, en 1876, 60 roues reconnues hors de service. Le parcours moyen de ces 60 roues avait été de 105 011 kilomètres; mais il y en avait dans le nombre qui avaient fait 255 058 kilomètres.

Parmi celles qui restaient en service, il y en eut qui, après 151 083 kilomètres de parcours, étaient reconnues assez bonnes pour pouvoir continuer à être utilisées sous des voitures à voyageurs, et d'autres qui, après 176 123 kilomètres, pouvaient encore être utilisées sous des wagons à marchandises, pour lesquels on admet des roues qui ne seraient plus tolérées dans le service des voyageurs.

Ces chiffres suffisent pour prouver que les roues produites avec des fontes autres que celles au charbon de bois acquièrent par l'addition de l'acier ou du fer des qualités qui justifient pleinement l'introduction générale des roues en fonte dans le matériel roulant en Amérique. Ces qualités donnent contre les accidents des garanties qu'on peut d'autant mieux regarder comme suffisantes, que dans un train en marche les conséquences du bris d'une roue dans l'un des deux trucks à 4 roues qui supportent les wagons américains sont beaucoup moins graves que celles d'une avarie analogue à l'une des 4 roues des wagons européens.

Ajoutons que les roues auraient une durée moyenne bien plus grande, si l'on pouvait avant la mise en service écarter celles d'entre elles qui présentent des bulles d'air dans la jante, près de la surface de roulement.

Ces bulles d'air, recouvertes seulement par une couche très mince de

fonte, donnent lieu à des plats, défaut le plus fréquent constaté dans les roues retirées du service.

M. Lobdell, pour s'assurer de l'homogénéité de la fonte près de la surface de roulement, fait passer les roues au tour. L'outil qu'il emploie pour travailler la fonte trempée a la forme que montre en coupe la figure 16 (pl. XXXVIII).

Ainsi qu'on l'a vu (p. 57), il garantit aux roues tournées un parcours supérieur de moitié à celui des roues qui n'ont pas passé au tour.

Note B (page 174).

Frein Westinghouse.

L'ensemble des appareils Westinghouse installés sur un train comprend :

1° Une pompe de compression sur la locomotive;

2° Une conduite générale sur toute la longueur du train;

3° Des réservoirs et cylindres de compression sur chaque voiture ;

4° Un appareil de distribution placé sur la locomotive.

Pompe de compression. — La pompe qui sert à comprimer l'air est à action directe et à double effet, ainsi que le montre la figure 2, pl. XXV.

La distribution de la vapeur se fait dans le cylindre à vapeur par le jeu de deux tiroirs se commandant l'un l'autre. La vapeur venant de la chaudière est introduite en M dans un cylindre latéral, où se meut un système de pistons inégaux, et passe par un canal *f* de l'intervalle compris entre les deux pistons dans une petite chambre supérieure A, où se meut un tiroir *k*, actionné par la tige du piston principal, et qui communique par une lumière *a* avec un petit cylindre surmontant le tiroir latéral ; une autre lumière *b* peut, par l'intermédiaire d'un canal *c*, mettre en communication avec l'atmosphère l'intérieur de ce cylindre, où se meut un troisième piston monté sur la même tige que les deux pistons inégaux du tiroir latéral. L'échappement dans ce tiroir latéral a lieu par des canaux *l*, *l*, ménagés à chaque extrémité du grand cylindre, et aboutissant finalement dans l'atmosphère en N.

L'ascension et la descente du piston du grand cylindre, en amenant le tiroir *k* dans deux positions où il masque et démasque successivement les canaux *a* et *b*, déterminent le jeu du tiroir latéral à triple piston, et par suite l'introduction et l'échappement alternatif de la vapeur de chaque côté du grand piston.

Ce système de tiroirs multiples a pour effet de rendre le jeu de la distribution très rapide et très doux.

Conduite et raccords. — La conduite générale comprend une série de tronçons en fer correspondant à chaque wagon et se terminant par des tubes en caoutchouc sur lesquels s'adaptent les raccords d'accouplement (pl. XXV, fig. 7).

Chaque raccord présente à son extrémité un disque percé de trois ouvertures en forme de secteurs, qui sert de siège à un clapet *a* percé d'ouvertures semblables et pouvant tourner sur lui-même au moyen d'un manche extérieur *m*. Ce manche ne permet à des parties saillantes et rentrantes S et R, ménagées sur les deux raccords mis en contact, de s'engager les unes dans les autres pour opérer complètement la jonction, qu'autant qu'il arrive dans une position telle que les ouvertures du clapet et de son siège se correspondent. La jonction ne peut être d'ailleurs défaite qu'à la condition de mettre le manche dans la position correspondant à leur fermeture.

Ce dispositif ingénieux a permis de supprimer les robinets qui servaient à maintenir précédemment la pression de l'air en cas de découplement.

Réservoirs et cylindres de compression. — Chaque tronçon de conduite correspondant à un véhicule est en communication avec un réservoir fournissant l'air comprimé au cylindre dont les pistons commandent les freins. Un appareil spécial, désigné sous le nom de triple valve, est interposé à cet effet sur le branchement de communication.

Les figures 3 et 4, pl. XXV, reproduisent la disposition la plus récemment adoptée pour cet appareil.

En marche ordinaire, l'air comprimé arrivant par le conduit *a* vient presser par-dessous le piston *b*, qui, lorsqu'il atteint le sommet de sa course, laisse l'air se frayer un passage par une petite rainure verticale *d* ménagée dans le cylindre où il se meut, et passer ensuite dans un réservoir R par un canal ouvert dans la capacité surmontant le piston.

Ce piston fait mouvoir un tiroir *t* qui, lorsqu'il est près du sommet de sa course, ferme la communication entre cette dernière capacité et un second canal *m* aboutissant au cylindre des freins. Dans cette position, ce cylindre communique avec l'air extérieur par l'intermédiaire d'une rainure verticale *f* pratiquée à la surface extérieure du tiroir et d'un petit canal *g*.

Si l'on vient à faire baisser légèrement la pression au-dessous du piston *b*, ce piston, en descendant au-dessous de la rainure *d*, ferme complètement la communication entre la conduite d'amenée et la capacité centrale, sans entraîner immédiatement le tiroir. Il dégage seulement un clapet placé dans un petit canal *e* percé à travers le tiroir et commandé par une petite tige reliée par sa partie inférieure à la base du piston.

L'entraînement du tiroir par la saillie supérieure du piston fait ensuite communiquer ce canal avec celui qui conduit au cylindre du frein et ferme la communication avec l'échappement.

La mise en communication du réservoir avec le cylindre des freins ayant pour effet de faire baisser un peu la pression intérieure, il arrive un moment où la pression au-dessous du piston reprenant le dessus, fait légèrement remonter le piston, de manière à déterminer la fermeture du clapet *e*, sans que le tiroir change de position. L'air comprimé cesse alors de se rendre aux freins. En réglant convenablement l'abaissement de la pression et faisant osciller le petit clapet *e*, le mécanicien peut introduire dans le cylindre des freins une quantité variable d'air comprimé et y faire varier la pression.

Si au contraire la pression dans la conduite est brusquement abaissée d'une manière considérable, le piston *b* tombe sur son siége, et l'abaissement du tiroir dégageant complètement le canal *m*, la pression, en croissant rapidement dans le cylindre des freins, détermine immédiatement un serrage énergique.

Appareil de distribution ou robinet de manœuvre. — Un robinet de distribution placé entre le réservoir principal et la conduite générale (pl. XXV, fig. 5) est disposé de manière à permettre à volonté :

1° De serrer ou de desserrer les freins ;

2° De maintenir dans le réservoir une pression supérieure à la pression dans la conduite, en vue de faciliter cette dernière manœuvre.

Le levier de manœuvre est à cet effet vissé sur le corps du robinet, et permet de comprimer un ressort *s* agissant sur une valve d'échappement qui présente en haut et en bas des saillies A et B, engagées, l'une dans la douille du levier, l'autre dans la partie supérieure F d'une valve inférieure, à l'intérieur de laquelle se trouve un clapet C qu'un ressort appuie contre son siége. Des lumières verticales traversant le corps de la valve inférieure F peuvent, dans le mouvement de rotation de cette valve, se placer en regard de lumières fixes supérieures placées en E. Un petit orifice vertical ouvert au-dessus de la valve inférieure met la chambre qui la surmonte en communication avec les lumières E pour une certaine position du levier.

En tournant le levier de manière à faire coïncider les lumières de la valve inférieure avec les lumières fixes E, on met en équilibre de pression la conduite générale M avec le réservoir d'air comprimé R, et l'on produit le desserrage des freins.

Dans une seconde position du levier, l'air venant du réservoir ne peut arriver à la conduite que par l'orifice vertical du centre en soulevant le clapet inférieur. La conduite est alors alimentée d'air comprimé à une

pression inférieure à celle du réservoir d'une quantité égale à la pression du ressort. C'est la position normale du levier en marche. L'excès de pression dont on dispose ainsi dans le réservoir a pour objet d'accélérer les desserrage.

En continuant à tourner le levier de manœuvre, on diminue la pression du ressort *s* sur le clapet supérieur, qui se soulève pour laisser échapper l'air par N, jusqu'à ce qu'il s'établisse un nouvel équilibre entre la pression de l'air intérieur et la tension du ressort, correspondant à un serrage modéré.

Si l'on tourne le levier de manière à atteindre une certaine position extrême, le ressort est complètement détendu, l'air s'échappe librement, et le serrage des freins se fait avec l'effort maximum.

Ce système de distribution, d'une manœuvre très simple, permet de graduer à volonté la force d'application des freins, suivant les conditions dans lesquelles doivent se faire les arrêts.

Cylindres des freins. -- Le cylindre des freins établi sous chaque voiture, représenté pl. XXV, fig. 6, est maintenant à double piston; l'air est introduit entre les deux pistons, que des ressorts ramènent vers le milieu du cylindre, dès que la pression cesse.

Pour remédier aux fuites, qui, en se produisant dans le réservoir et l'espace libre au-dessous du piston de la triple valve, pouvaient occasionner le serrage des freins en temps inopportun, on avait d'abord interposé, sur le passage de l'air entre la triple valve et le cylindre de compression, un clapet disposé de manière à laisser passer l'air sous faible pression et à se comprimer sous une pression plus forte; on y obvie plus facilement aujourd'hui au moyen de la petite rainure verticale *f* creusée sur la surface extérieure du tiroir, qui, par le seul effet d'une faible descente du piston et du tiroir, met la capacité intérieure de la chambre surmontant le piston en communication avec l'échappement par l'intermédiaire du canal *g*.

Il n'existe plus aujourd'hui sous chaque voiture, en dehors de la triple valve, qu'un robinet d'arrêt et un clapet; le premier, placé à la jonction du branchement conduisant à la triple valve avec la conduite générale, sert à intercepter la communication avec le réservoir et le cylindre des freins; l'autre, dit valve de desserrage, est situé entre la triple valve et le cylindre des freins, et sert à laisser échapper l'air comprimé dans l'atmosphère. Ce clapet est représenté pl. XXV, fig. 8.

Il y a habituellement sur la locomotive un petit réservoir et un cylindre spécial à un seul piston, placé verticalement pour serrer les freins des roues motrices.

Le réservoir spécial placé sous chaque voiture a une capacité cinq fois

environ plus grande que celle du cylindre du frein, et la distance que l'air a à parcourir de l'un à l'autre ne dépasse pas $0^m,60$: il en résulte à la fois que l'air se comprime très rapidement dans le cylindre en ne faisant que très peu baisser la pression dans le réservoir, et que l'abaissement de pression à réaliser dans la conduite pour l'application des freins est très faible. Le fonctionnement de la triple valve ne pouvant d'ailleurs amener le desserrage des freins qu'à la condition de relever la pression dans le réservoir, il s'ensuit, comme l'expérience l'a d'ailleurs prouvé, qu'on a ainsi le moyen d'entretenir dans une certaine mesure à la descente une force retardatrice constante pour la modération de la vitesse.

La pression effective entretenue dans la conduite est de cinq atmosphères environ, et elle atteint près de 4 kilogrammes par centimètre carré dans les cylindres de compression.

On connaît les résultats remarquables obtenus en Amérique, et dans les essais dont le frein Westinghouse a été l'objet sur les chemins de fer anglais et français, et à la suite desquels il a été définitivement adopté par diverses Compagnies, notamment par l'Ouest français.

Frein Wenger.

Le frein imaginé par M. Wenger est comme le frein Westinghouse, qui a ouvert la voie à l'application des freins continus à air comprimé, un frein à air comprimé à une seule conduite; les avantages caractéristiques qu'il présente peuvent se résumer comme il suit :

Le cylindre à frein, dans lequel se meuvent les pistons qui actionnent les freins, constitue lui-même le réservoir d'air comprimé, destiné à assurer le serrage des freins.

Tout organe délicat est écarté de la construction; il n'entre dans les appareils constituant le frein Wenger aucune pièce qui ne puisse être exécutée ou réparée dans des ateliers de chemin de fer.

Il est à la fois automatique et modérable; il permet d'obtenir, soit l'arrêt instantané, soit des arrêts lents, soit un simple ralentissement à la descente de fortes pentes d'une certaine longueur.

Le cylindre à frein renferme deux pistons munis d'une garniture en cuir embouti, dont les tiges placées sur le même axe portent chacune un second piston de diamètre moindre, garni également de cuir embouti et se mouvant dans un petit cylindre placé sur le prolongement du premier. L'air comprimé, introduit par la conduite d'amenée qui débouche au milieu du cylindre entre les deux grands pistons, peut passer de là, en agissant sur les faces convexes des garnitures en cuir, dans chacun des deux espaces compris de part et d'autre entre le grand et

le petit piston. Les grands pistons se trouvent ainsi sollicités sur leurs deux faces par la même pression, et la pression de l'air comprimé qui s'exerce sur les deux petits pistons, en déterminant l'écartement des deux couples de pistons, produit le desserrage des freins.

Si, par suite de l'abaissement de la pression dans la conduite d'amenée, la pression vient à baisser entre les deux grands pistons, la pression de l'air comprimé, contenu entre les pistons inégaux et ne pouvant s'échapper vers le milieu du cylindre en raison de la position des garnitures en cuir embouti, détermine le mouvement des pistons vers le milieu et entraîne ainsi le serrage des freins.

Ce serrage se fait lentement, si on laisse l'air comprimé sortir lentement de la conduite d'amenée; si l'on maintient dans cette conduite une certaine pression, inférieure toutefois à la pression initiale, on obtient d'une manière permanente un serrage incomplet d'autant plus énergique que dans la conduite, et par suite dans l'intervalle compris entre les deux grands pistons, l'excédent de la pression initiale sur la pression maintenue est plus considérable.

Si enfin on laisse échapper subitement l'air de la conduite et que l'on mette ainsi l'espace compris entre les deux grands pistons en communication avec l'air libre, les freins se serrent rapidement et avec toute la force que comporte la différence des surfaces des grands et des petits pistons soumise à la pression donnée à l'air comprimé.

Pour que l'échappement de l'air comprimé renfermé au milieu du cylindre entre les deux grands pistons puisse se faire rapidement, il faut que chaque cylindre puisse être mis directement en communication avec l'air libre sans que l'air comprimé ait à passer par la conduite; chaque cylindre est à cet effet muni d'une soupape d'échappement, qui s'ouvre dès que la pression de l'air dans la conduite est moindre que la pression entre les deux grands pistons, et qui se referme dès que l'équilibre entre ces pressions est rétabli.

Un petit piston en cuir embouti est interposé entre la conduite d'amenée et le milieu de chaque cylindre. L'air comprimé s'introduit dans le cylindre par la périphérie de ce petit piston de la même manière qu'il passe du milieu du cylindre dans les intervalles entre les pistons inégaux du cylindre. Si la pression vient à baisser dans la conduite, le petit piston se déplace et son mouvement entraîne par le déplacement d'un tiroir le dégagement d'une ouverture établissant une communication directe entre le milieu du cylindre à frein et l'air libre.

Ainsi qu'on le voit, il suffit d'une rupture d'attelage, et par suite de la conduite, pour que les freins se serrent; c'est donc un fonctionnement automatique qui s'opère en pareil cas.

Pour pouvoir desserrer les freins, intempestivement serrés, M. Wenger

ménage dans les cylindres à frein une conduite reliant les espaces compris entre les pistons de diamètre inégal montés sur une même tige avec le milieu du cylindre. Cette conduite est toujours fermée par un robinet accessible en cas de besoin. Les freins d'un wagon détaché étant serrés, il suffit d'ouvrir ce robinet pour mettre en communication le milieu du cylindre avec les deux espaces extérieurs. Dès lors la même pression s'établit dans toute la longueur du cylindre et les pistons, en s'écartant, déterminent le desserrage des freins.

Comme dans les autres systèmes de freins à air comprimé, la pompe foulante fournissant l'air comprimé est fixée, ainsi qu'un réservoir principal, sur la locomotive. Un levier mis à la portée du mécanicien lui permet de serrer instantanément les freins. Pour opérer un serrage partiel, susceptible d'être maintenu à volonté, il y a en outre un appareil régulateur dans lequel un tiroir peut être déplacé par un certain nombre de tours d'une manivelle. Ce tiroir se trouve sollicité d'une part par la pression de l'air comprimé du réservoir, d'autre part par la pression de l'air qui existe dans la conduite et la tension d'un ressort. Il se déplace autant qu'il le faut pour établir l'équilibre entre ces trois efforts. Dès lors il suffit d'augmenter par un certain nombre de tours la pression qu'exerce le ressort, pour que le déplacement du tiroir entraîne un abaissement correspondant de la pression dans la conduite, et par suite un serrage correspondant des freins. Lorsqu'on a poussé à sa limite le serrage du ressort, le tiroir prend la position qui correspond à la mise en communication de la conduite avec l'air libre, et les freins exercent le maximum de pression. Si le ressort est arrêté dans une position intermédiaire, la pression dans la conduite reste sensiblement constante, et les freins peuvent alors agir d'une manière continue pour diminuer la vitesse. C'est cette disposition qui permet de qualifier de *modérable* l'action du frein Wenger.

Ce frein, ayant donné dans une série d'essais faits sur le chemin de fer d'Orléans des résultats très satisfaisants, nous avons cru devoir le signaler ici, parce qu'il est particulièrement approprié, en raison de sa rusticité, aux trains de marchandises, que l'on cherche aujourd'hui en Amérique à munir de freins continus.

Note C (page 177).

Appareil enregistreur Westinghouse.

L'appareil enrégistreur de M. Westinghouse comprend deux parties essentielles :

1° Une pompe de compression avec son réservoir;

2° Un système particulier de transmission de la force centrifuge au clapet par lequel se fait l'écoulement de l'eau. Il est représenté par les figures 11, 12, 13, pl. XXV.

La pompe de compression est constituée par deux pistons *g* et *g* recevant le mouvement d'excentriques calés sur un arbre actionné par les roues du véhicule et refoulant dans deux cylindres l'eau prise dans un réservoir commun A ; sur les plongeurs de ces deux pistons pressent des ressorts qui assurent le mouvement régulier des pistons par les plus grandes vitesses.

L'eau refoulée arrive par les canaux *a*, *a* : 1° dans une chambre *b* fermée par une soupape qui s'ouvre pour laisser rentrer dans le réservoir B l'eau en excès ; 2° dans un canal transversal *d* intercepté par un clapet fermant le retour à l'eau et aboutissant en *e* à la base d'un petit accumulateur H. Dans la chambre de cet accumulateur se meut un piston constitué par un diaphragme en caoutchouc portant à sa partie supérieure une embase métallique contre laquelle presse un ressort en spirale et à sa partie inférieure une petite tige formant plongeur un peu amincie vers le bas. L'eau passe par un canal *f* de ce premier accumulateur qui est vertical à un second placé horizontalement et disposé de la même façon.

Ce double accumulateur est destiné à éteindre complètement les mouvements vibratoires produits par les coups de piston des pompes; on supprime l'un des accumulateurs, quand l'eau, comme cela a lieu sur les machines, est fournie directement par la chaudière.

L'eau passe ensuite de ce deuxième accumulateur en circulant autour de la tige *g* dans un petit espace *h* communiquant par des trous avec une chambre *i* fermée par un mince diaphragme en caoutchouc formant la base d'un clapet *k* qui est percé dans sa partie centrale d'un canal permettant à l'eau de retourner au réservoir.

Le jeu de ce clapet *k* est commandé par une tige *l* pressée à son extrémité supérieure par un levier horizontal sur lequel agit en un autre point une autre tige *o* formant le noyau central d'un arbre creux sur lequel est calée une poulie *c* à laquelle est transmis le mouvement dont il s'agit d'apprécier la vitesse. Cette poulie, qui est également creuse, porte dans son intérieur des leviers coudés articulés en *x* chargés chacun d'un poids *r* à l'extrémité de son bras horizontal et actionnant par son bras vertical engagé entre deux collets l'extrémité de la tige *o*.

On peut d'ailleurs changer le point d'action de cette dernière tige sur le levier en déplaçant ce dernier perpendiculairement à la tige au moyen d'un écrou manœuvré de l'extérieur et agissant sur la pièce qui porte le levier.

On comprend facilement le jeu de l'appareil : dans le mouvement de

rotation que prend la poulie c, les poids r tendent sous l'action de la force centrifuge à s'éloigner de l'axe de la poulie, et à déterminer par l'intermédiaire des bras q une pression sur la tige o et par suite sur la tige l et sur la soupape k.

L'écoulement du liquide affluant constamment à l'accumulateur H et retournant au réservoir A par la soupape k, se fait de manière à maintenir cette pression, qui existe aussi sous l'accumulateur et peut être indiquée par un manomètre communiquant avec l'accumulateur. La pression transmise à la tige o étant proportionnelle à la force centrifuge et par conséquent au carré de la vitesse, la pression indiquée par ce manomètre est elle-même proportionnelle à ce carré.

Pour obtenir en outre des diagrammes indiquant les variations de la vitesse avec le chemin parcouru, on relie l'arbre moteur de la poulie c avec un tambour, sur lequel s'enroule une bande de papier par l'intermédiaire de plusieurs engrenages à vis sans fin actionnant en dernier lieu l'arbre de ce tambour, dont le mouvement est réduit dans une proportion donnée; en se déplaçant transversalement sur la bande de papier, l'aiguille de l'indicateur de pression y trace une courbe donnant directement le carré de la vitesse, et permettant d'obtenir facilement la valeur de la force retardative moyenne, lorsqu'on applique au véhicule un système de freins quelconques.

Note D (page 178).

Appareil enregistreur Dudley.

M. Dudley a récemment ajouté à son appareil enregistreur un mécanisme (*rail spotter*) qui, pendant que cet appareil inscrit sur une bande de papier les dépressions subies par les rails, marque les rails eux-mêmes avec de la peinture, dès que ces dépressions dépassent une certaine limite fixée à l'avance.

Plusieurs séries d'expériences entreprises avec l'appareil enregistreur ainsi complété ont permis de constater la concordance parfaite des inscriptions faites sur la bande de papier avec les marques faites sur les rails.

On a pu ainsi découvrir dans les voies beaucoup de défauts qui échappaient à l'œil le plus exercé, notamment ceux qui, mettant en jeu dans des limites plus ou moins étendues l'élasticité des rails, sont pour eux une cause de détérioration rapide, bien qu'ils soient imperceptibles, par suite du retour des rails à leurs positions initiales après le passage des charges : les défauts de bourrage de la voie et de serrage des éclisses, dont on ne s'aperçoit souvent qu'à la longue par l'usure inégale des rails, se trouvent ainsi dénoncés avant qu'ils aient pu occasionner des détériorations.

Grâce à cette addition, un voyage fait avec le wagon d'inspection de M. Dudley (*Dynagraph and track inspection car*) ne donne pas seulement aux ingénieurs de l'entretien beaucoup de renseignements utiles sur l'état de la voie par les lignes tracées sur les rouleaux de papier passant sous les différents styles dont l'appareil est muni ; il fournit encore aux ouvriers de la voie, directement et mieux que ne pourraient le faire les instructions les plus minutieuses, des indications précises sur les points où doivent se faire des réparations.

Les relevés sur le rouleau de papier sont faits de telle sorte que 50 pieds parcourus correspondent à une longueur d'un pouce, ce qui répond à une réduction de 1 à 600. L'appareil donnant non seulement les flexions des rails, les élargissements de la voie et les surélévations des rails extérieurs dans les courbes sur les différentes parties de la voie, mais encore pour des longueurs déterminées, la somme de ces divers relevés fournit en particulier, par la totalisation des flexions subies par les rails, un critérium très utile pour la comparaison de différentes fournitures de rails.

Le wagon contenant l'appareil complet est monté sur deux trucks à 6 roues. Il peut marcher à une vitesse de 32 kilomètres à l'heure sans inconvénient pour l'exactitude de ses indications.

La caisse du wagon a 16^{m},50 de long, et le wagon complet pèse 26 tonnes. Le prix du wagon dynagraphe étant de plus de 70 000 fr., M. Dudley se charge à forfait de faire l'inspection des voies et de fournir sur leur état tous les renseignements que permet d'obtenir son appareil.

Note E (page 230).

Train transcontinental parti le 1er juin 1876 de New-York.

Ce train, organisé pour les représentants de la presse, a fait, ainsi qu'il a été dit (p. 230) le trajet de New-York à San-Francisco, soit 5230 kilomètres, en 83 heures 27 minutes.

Il était composé comme suit :

Une voiture à bagages sur 2 trucks à 4 roues........	Longueur extérieure de la caisse...	12^{m},54
	Largeur » » ...	2^{m},85
	Poids (à vide)...................	13,770 kilog.
Une voiture mixte pour bagages et voyageurs sur 2 trucks à 6 roues........	Longueur extérieure de la caisse...	17^{m},02
	Largeur » » ...	2^{m},85
	Longueur de la caisse affectée aux voyageurs...............	7^{m},07
	Nombre de sièges...............	14
	Poids (à vide)...................	21,010 kilog.
Un wagon-hôtel de Pullman sur 2 trucks à 6 roues....	Longueur extérieure de la caisse ..	18^{m},52
	Largeur » » ...	3^{m},04
	Poids (à vide)...................	30,350 kilog.

La locomotive attelée à ce train, qui franchit en 10 heures et 15 minutes, sans arrêt, la distance entre New-York et Pittsburg, soit 707k,6, était du type American, à deux essieux moteurs, brûlant du charbon bitumineux; elle avait été construite en 1872 aux ateliers d'Altoona. Les principales données relatives à cette machine et à son tender sont les suivantes :

Locomotive.

Cylindres	Diamètre		0m,432
	Course		0m,610
Chaudière	Diamètre		1m,274
	Longueur		6m,180
Boîte à feu	Longueur intérieure		1m,840
	Largeur »		0m,886
Tubes	Nombre		155
	Diamètre extérieur		0m,057
	Longueur		3m,255
4 roues motrices : Diamètre			1m,576
4 roues du truck : Diamètre			0m,712
Écartement des essieux moteurs			2m,593
Poids sur l'essieu moteur d'avant		11,260k	
» » » d'arrière		11,030k	
» sur le truck		11,910k	
Poids total			34,200 kilog.

Tender.

Capacité des caisses à eau	9m3,08
(La voiture à bagages, qui suivait le tender, contenait un réservoir d'eau d'une capacité de 9 mètres cubes, réuni par une conduite avec le tender, et de plus une soute à charbon.)	
Poids à pleine charge d'eau et de charbon	23,100 kilog.
8 roues : Diamètre	0m,839

La consommation de charbon pour ce trajet fut d'environ 8000 kilogrammes, ce qui équivaut à 11 kilogrammes en moyenne par kilomètre.

Entre Jersey-City et Pittsburg, la machine s'approvisionna d'eau en route à 7 rigoles du système Ramsbottom (*water troughs*) (p. 151), de 250 à 400 mètres de longueur, espacées comme il suit :

Jersey-City à Monmouth-Junction	66,3
Monmouth-Junction à Dowingtown	123,8
Dowingtown à Dillerville	61,0
Dillerville à Bixlers	151,8
Bixlers à Jacksontown	47,0
Jacksontown à Sang-Hollow	139,1
Sang-Hollow à Millwood	41,8
Millwood à Pittsburg	76,6
	707,4

On sait qu'à la traversée des Monts Alleghanies, la ligne atteint la cote de 659m (t. I, pl. III, fig. 1).

Le temps d'arrêt à Pittsburg, où il y eut changement de machine, fut

de 7 minutes; à Chicago, de 30 minutes. Entre Pittsburg et Ogden, on fit plusieurs changements de locomotives qui s'effectuèrent souvent en moins d'une minute. Le trajet d'Ogden, tête Est du Central Pacific R.R. à Oakland, tête Ouest de cette ligne, fut fait sans changement de locomotive.

Les 1420 kilomètres entre ces deux points furent parcourus en 22 heures 38 minutes, c'est-à-dire à une vitesse moyenne, arrêts compris, d'environ 63 kilomètres à l'heure, tandis que les 707^k,6 entre Jersey-City et Pittsburg avaient été parcourus à la vitesse moyenne de 70 kilomètres à l'heure. La vitesse moyenne, arrêts compris, du trajet complet de Jersey-City (New-York) à Oakland (San-Francisco) fut de 64 kilomètres à l'heure.

Ce voyage mérite d'être cité parce qu'il montre à la fois ce que vaut, en service, le matériel roulant des chemins de fer des États-Unis, et quelles améliorations la voie avait déjà reçues en 1876 sur les lignes reliant les côtes de l'Atlantique et du Pacifique, à travers les grandes chaînes de montagnes et les vastes territoires inhabités de l'Amérique du Nord, depuis l'ouverture hâtive de la majeure partie de ces lignes.

Note F (page 250).

Signaux de l'Union Electric Signal Company.

L'*Union Electric Signal Company* a, dans diverses publications récentes, donné sur les perfectionnements introduits dans son système de signaux des détails qui offrent un certain intérêt, et qui peuvent donner une idée de l'extension que les signaux automatiques sont en voie de recevoir en Amérique.

On sait que dans ce système de signaux, c'est l'interruption d'un courant électrique permanent, opérée par la présence d'un ou de plusieurs véhicules sur une section isolée de la voie, qui, en produisant la désaimantation d'un électro-aimant, détermine le déclenchement d'un levier, et par suite l'apparition d'un signal mû par un poids ou un ressort, et donnant alternativement la voie libre et l'arrêt.

En cas de dérangement du poids ou du ressort moteur, le signal est disposé de manière à toujours donner l'arrêt.

Lignes à double voie. — Sur les lignes à double voie, où chaque voie a ses signaux propres, il n'y avait d'abord, ainsi qu'il a été expliqué page 251, que des signaux à portée (*home signals*) placés à 60 mètres environ en deçà de l'extrémité de chaque section bloquée, dont la mise à l'arrêt, se produisant sous l'œil du mécanicien au moment de l'entrée du train dans la section, l'avertissait du fonctionnement de l'appareil.

Ces signaux étaient insuffisants, en ce qu'ils n'assuraient pas entre deux trains consécutifs une distance assez grande pour prévenir dans tous les cas les collisions. Il pouvait se faire, par exemple, qu'après la sortie d'un premier train d'une section, et l'entrée dans cette section d'un second train ayant vu apparaître le signal de voie libre, le premier train vînt à reculer ; il devait en résulter un danger de collision entre les deux trains, non avertis de leur présence simultanée sur la même section.

Pour obvier à ce danger, la Compagnie établit maintenant, indépendamment de chaque signal à portée, un signal à distance (*distant signal*) qui le devance de toute la longueur d'une section. Cet appareil fonctionne sous l'action d'un courant secondaire passant dans un fil spécial relié soit avec le sol, soit avec un rail, et en communication avec le fil qui aboutit au signal à portée qui le suit; l'interruption du courant, se produisant dans ce fil en même temps que dans celui du signal à portée, amène la manœuvre simultanée de deux signaux. Il s'ensuit que le mécanicien d'un deuxième train, averti par le signal à distance de la présence d'un train se trouvant sur la section située immédiatement en avant de celle où il va entrer, est avisé par là même de ne pas avancer.

Lignes à voie unique. — L'emploi des mêmes signaux à distance, distingués des signaux à portée, soit par la forme, soit par la couleur, a permis d'appliquer le système de l'Union Electric Signal Cy à la voie unique. Une série de signaux à portée et à distance est alors placée de chaque côté de la voie; chaque série correspond à un sens de marche, et comme dans le cas précédent, il y a à chaque extrémité de section un signal à distance, et un signal à portée placé un peu en deçà (45 mètres). La seule différence avec le cas de la double voie, c'est que chaque section devant être protégée à la fois à ses deux extrémités, les deux signaux à portée d'une même section sont reliés par un fil disposé comme celui qui relie chaque signal à distance au signal à portée correspondant dans le cas de la voie double.

Il suit de là que la mise à l'arrêt d'un des signaux à portée d'une section entraîne celle des signaux à distance sur deux autres sections contiguës, et qu'un train se trouve toujours couvert par plus d'une section bloquée et par deux signaux dans chaque direction.

Si un train en suit un autre dans la même direction, il est averti de la présence du premier par le signal à distance, et il sait par le signal de voie libre à portée, qu'il en est séparé par plus d'une section. Il saura d'ailleurs que le train marche dans la même direction que lui lorsqu'il verra le signe d'arrêt à distance s'effacer.

Si les deux trains marchent à la rencontre l'un de l'autre, chaque mécanicien verra au contraire le signal à portée de chaque extrémité de

la section où ils vont entrer donner l'arrêt, et l'un d'eux devra reculer.

Les signaux donnent donc une sécurité complète dans tous les cas.

La Compagnie estime qu'un seul élément de pile suffit par mille (1609 mètres) de section à double voie bloquée, non compris toutefois le relai supplémentaire pour la manœuvre des signaux à distance, qui en exige un autre pour la même longueur, et qu'un homme peut assurer convenablement le service des signaux sur une longueur de 16 à 30 kilomètres de double voie.

Voies d'évitement et de garage. — Un perfectionnement important a été également apporté à l'application du même système de signaux aux changements de voie. Pour éviter la rencontre des trains qui pourrait se produire, lorsqu'un train aiguillé sur une voie de garage ne dégage pas suffisamment la voie principale, la portion de voie en courbe qui se rattache au changement de voie est isolée de la voie qui la prolonge, et ses deux rails sont respectivement reliés aux deux rails de la voie principale par des fils métalliques, de telle sorte que le courant électrique, tant que des roues de wagons sont encore sur la courbe, cesse d'agir sur l'électro-aimant du signal et fait apparaître sur la voie principale le signal de danger.

Enclenchement des aiguilles et des signaux. — Le même système est appliqué par la même Compagnie à l'enclenchement des aiguilles avec les signaux pour fixer celles-ci dans une position invariable avant de signaler Voie libre, et pour faire qu'en cas de danger on ne puisse pas les mouvoir. On adapte pour cela au levier de l'aiguille un électro-aimant, qui attire l'armature d'un autre petit levier commandant une détente comme dans le signal ordinaire, et qui, lorsque le courant ne passe pas, ferme complètement l'aiguille. Cet appareil est relié par un fil avec les rails de la section, et l'interruption d'un courant électrique, opérée par le passage d'un train, le met en mouvement. Une clef à main sert à ouvrir la serrure de l'aiguille au besoin, pour laisser entrer les trains sur la voie d'évitement.

Passages à niveau. — Aux passages à niveau gardés, un mécanisme actionné par un électro-aimant sert à interrompre le courant quand un train entre dans une section, et fait sonner une cloche jusqu'à ce que le garde abaisse la barrière du passage ; quand elle est abaissée dans la position requise, elle presse sur un levier qui rétablit le courant et fait cesser la sonnerie. Si le garde vient à relever la barrière avant le passage du train ou d'un deuxième train qui suit le premier sur la même section, la cloche recommence à sonner.

Note G (page 327).

Organisation du Comité exécutif syndical (Joint Executive Committee) de l'Association des Grandes Compagnies des États de l'Est.

(Arrêtée les 18-19 décembre 1878; complétée le 18 juin 1879.)

1° Ce Comité prendra le nom de « Joint Executive Committee ».

2° Il aura M. Albert Fink pour Président permanent et M. Guilford pour Secrétaire.

3° Les bureaux du Comité seront établis à New-York, et le Président et le Secrétaire sont autorisés à faire toutes les dépenses nécessaires pour cet établissement.

4° Ce Comité prendra connaissance de tous les transports de voyageurs et de marchandises à parcours complet que peuvent se disputer à la fois plusieurs lignes, quelle que soit leur direction.

5° Il aura pour objet le maintien des tarifs convenus et la réduction des dépenses, tant sur les lignes principales que sur leurs embranchements.

6° Il se réunira au besoin dans les 48 heures sur l'appel du Président ou de trois de ses membres; autrement la convocation sera faite avec des délais aussi longs qu'il sera possible.

7° Le lieu de réunion sera toujours fixé à New-York, à moins qu'il n'en ait été décidé autrement.

8° L'objet ou les objets de chaque réunion spéciale seront spécifiés dans la lettre de convocation.

9° Des réunions régulières auront lieu à New-York, le troisième mardi de chaque mois, à moins que le Président n'ait avisé les autres membres une semaine à l'avance qu'il n'y a pas d'affaire à l'ordre du jour.

10° Le Comité ou la majorité des membres du Comité ou de leurs représentants constitueront un nombre de membres suffisant pour traiter toutes les affaires.

11° Si, à un moment donné, deux tiers des membres du Comité ou de leurs représentants dûment autorisés sont présents, le Président pourra agir et voter au lieu et place des membres absents ou des membres présents qui ne sont pas autorisés à voter.

12° Au cas où le Comité ne serait pas unanimement d'accord sur une question, cette question sera soumise à la décision du Président, qui aura même force et même effet qu'un vote unanime du Comité.

13° Deux membres au plus du Comité ou leurs représentants pourront conférer avec le Président et résoudre avec lui les questions où ils sont seuls intéressés.

14° Toutes les négociations entre le Comité et les Compagnies non représentées seront conduites uniquement par le Président.

15° Toutes les Compagnies pourront adresser des plaintes au sujet des violations ou de non-application des tarifs par dépêche télégraphique ou par lettre au Président, en y joignant chaque fois toutes les pièces à l'appui qu'elles pourront produire.

16° Toutes les Compagnies s'engagent à ne prendre aucune mesure pour réprimer les rabais sur les tarifs consentis par d'autres lignes avant que le Comité ait pris à ce sujet des conclusions.

17° Le Comité est autorisé à édicter et à mettre en vigueur à l'égard des Compagnies les mesures et règlements qu'il jugera convenable d'adopter, et le Comité, ou le Président en son nom, pourra citer devant lui toutes les personnes et exiger toutes les communications de pièces dont il pourra avoir besoin.

18° Les membres du Comité exécutif appartenant aux Compagnies des États de l'Ouest représenteront toutes les Compagnies que représentait précédemment l'ancien Comité exécutif de ces Compagnies.

19° Le Président du Comité exécutif recherchera et fera connaître le plus tôt possible quelles sont les autres Compagnies de l'Est ou de l'Ouest qui consentent à se considérer comme liées par les décisions du Comité, et quels membres sont appelés à représenter leurs intérêts respectifs.

20° Au cas où une Compagnie retirerait son membre du Comité, ou suspendrait les pouvoirs qu'elle a donnés à un autre membre pour la représenter, elle sera tenue d'en prévenir le Président au moins 30 jours à l'avance; le retrait de ce membre n'aura d'ailleurs pas pour effet de supprimer l'association entre les autres membres.

21° Chacun des délégués des Trunk-lines nommera un ou plusieurs membres, qui pourront devant le Comité exécutif représenter non seulement leur propre Compagnie, mais encore avec les mêmes pouvoirs toute autre Compagnie dépendant directement ou indirectement des Trunk-lines.

22° Les Directeurs des Trunk-lines autoriseront leurs représentants attitrés près du Comité exécutif à agir au nom de toutes les Compagnies des États de l'Ouest qui jugeront à propos de se faire représenter par eux, et toutes les Compagnies de l'Ouest seront requises de déléguer leurs pouvoirs aux représentants des Trunk-lines, si elles ne préfèrent se faire représenter spécialement d'une manière permanente près du Comité.

23° Lorsque tous les membres auront été nommés par les Trunk-lines, et les lignes se raccordant avec elles, le Comité aura seul le pouvoir de faire modifier et mettre en vigueur tous les tarifs et règlements pour

le transit dans les deux directions, tant pour les voyageurs que pour les marchandises, et pour les transports atteignant ou dépassant leurs extrémités, ou bien encore aboutissant à des points où les lignes sont en concurrence pour le trafic, d'édicter telles règles, instructions et ordres qu'il jugera nécessaires pour le maintien et l'application des tarifs, classifications, règlements et pénalités.

24° Au cas où une ligne se raccordant avec les Trunk-lines manquerait ou refuserait de se faire représenter au Comité, les Présidents autoriseront le Comité exécutif des Trunk-lines, d'accord avec le Comité exécutif de l'association générale, à prendre à l'égard de ces Compagnies les mesures qu'ils jugeront nécessaires.

25° Les Présidents des Compagnies affirment le principe du partage (*pooling*) dans toutes les directions et pour tout le trafic de transit commun à deux lignes et plus, et ils autorisent leurs représentants au Comité exécutif syndical à convoquer ce comité à une date prochaine pour régler définitivement ce partage et adopter telles règles qui seront jugées utiles par le maintien des tarifs.

26° En vue des différends qui pourraient surgir dans le Comité, il est considéré comme essentiel pour assurer le succès de l'association de recourir au principe de l'arbitration : des arbitres permanents seront en conséquence nommés par le Comité.

27° Tous les différends relatifs au partage du trafic et à toutes les questions y relatives sur lesquelles le Comité exécutif ne sera pas d'accord seront donc soumises aux arbitres, dont la décision prise à la majorité des voix aura force de loi, à moins d'être changée par un accord unanime du Comité.

28° Les salaires de ces arbitres seront payés par les lignes représentées au Comité, dans la proportion de leurs recettes sur le transit, et ils seront fixés par le Président du Comité.

29° Les parties qui voudront soumettre une question à l'arbitrage, devront la notifier au Président du Comité exécutif, qui fixera d'accord avec le Président de la Commission arbitrale la date à laquelle elles seront entendues.

30° Le Président de ce Comité est requis de notifier aux directeurs des Compagnies des États de l'Ouest non encore représentées au Comité exécutif l'établissement de cette organisation nouvelle et d'inviter les Compagnies qui seraient disposées à y concourir à y désigner un représentant.

31° Le Comité exécutif des Trunk-lines, représentant les Trunk-lines, aussi bien que les autres lignes s'y raccordant qui autoriseront certains membres de ce comité à agir en leur lieu et place, constituera un Comité permanent pour la mise à exécution des résolutions du Comité exécutif

syndical, et de toutes les mesures qui seront jugées nécessaires pour assurer le maintien des tarifs et des conventions passées entre les Compagnies représentées.

32° Ce comité permanent pourra recevoir par la poste ou le télégraphe les votes nécessaires pour décider les questions réclamant une prompte exécution, de manière à éviter la convocation du Comité exécutif tout entier. Ces votes seront comptés et auront la même valeur que s'il y avait eu convocation. Les résultats du vote seront communiqués par le Président à tous les membres du Comité.

33° Les parties qui voudront recourir à l'arbitration devront présenter un mémoire écrit, appuyé par tels arguments et renseignements statistiques qu'elles jugeront utiles, et elles le soumettront au Président du Comité exécutif syndical.

34° Au reçu de ce mémoire, le Président résumera par écrit les questions à soumettre aux arbitres et les leur transmettra avec toutes les pièces et tous les documents susceptibles d'éclairer la discussion.

35° La commission arbitrale devra aussitôt que possible se réunir pour juger le différend, et elle prononcera immédiatement son jugement ou donnera les ordres nécessaires pour une instruction plus complète de l'affaire et pour entendre au besoin les parties.

36° La décision finale de la commission sera transmise aux parties intéressées par le Président du Comité exécutif syndical.

NOTE H (page 608).

Prix de construction des tramways à câble sans fin.

M. C. Huerne, ingénieur civil à San Francisco, a fait du système des tramways à câble et des tramways ordinaires de cette ville une étude comparative dont les résultats présentent nn certain intérêt.

M. Huerne évalue la construction de 5 kilomètres de tramway à câble comme il suit :

1° *Prix du kilomètre de double voie :*

Déblais et remblais; pose des châssis et des rails et repavage des rues.....	20,450 fr.
1677 châssis en fonte espacés de $1^m,22$ pesant chacun 68^k à $0^f,33$ le kilogramme........	37,632
164 poulies de $0^m,28$ de diamètre à 10^f........	1,640
13 trous d'homme à 100^f........	1,300
Tôle pour entourer la conduite : $32{,}000^k$ à $0^f,38$........	12,160
Fers d'angle pour soutenir la rainure centrale : 60,000 à $0^f,50$........	30,000
Éclisses de $0^m,05$ de longueur : 2000^k à $0^f,38$........	7,600
4 files de rails de $24^k,50$ à $0^f,246$ le kilog........	24,108

Plaques sous les joints des rails : 3700ᵏ à 0ᶠ,20	740	
Crampons et chevilles	753	
Boulons : 10,200ᵏ à 0ᶠ,33	3,366	
Boisage au-dessus de la conduite	9,900	
	149,199	
Câble en acier de 4ᵏ,6 le mètre courant à 0ᶠ,26 le kilog	11,960	
	161,159	
Soit en nombre rond par kilomètre de double voie	162,000	
Et pour 5 kilomètres de double voie		810,000 fr.

2° *Matériel et bâtiments.*

2 machines à vapeur à cylindres horizontaux de 0ᵐ,35 de diamètre et 0ᵐ,75 de course	29,000 fr.	
chaudières, mise en place comprise	22,500	
Réservoir d'eau et pompe	7,500	
Appareils de tension et de compensation aux deux extrémités de la ligne	9,000	
Poulies de transmission	32,500	
16 wagons à 4500 francs l'un	72,000	
16 dummies avec leurs grips à 3500 francs	56,000	
		228,500
Terrains et bâtiments		100,000
		1,138,500
Études, surveillance de la construction et intérêts des capitaux pendant la construction, environ 10 pour 100		101,500
		1,240,000
Soit par kilomètre		248,000

M. Huerne évalue d'autre part les dépenses annuelles d'exploitation ainsi qu'il suit, en supposant le service fait par 12 cars et 12 dummies, de manière à transporter par train 48 voyageurs à une vitesse de 10 kilomètres et demi à l'heure, avec des départs toutes les deux minutes et demie :

Charbon : 730ᵗ à 30ᶠ	21,900
Salaire du mécanicien et des deux chauffeurs	12,000
Dummies... { 12 machinistes à 12ᶠ,50 par jour	54,250
Dummies... { 12 conducteurs »	54,250
Entretien de 16 cars à 900ᶠ par an l'un	14,400
» de 16 dummies et grips, à 1000ᶠ	16,000
» du câble	29,900
» du matériel fixe, à raison de 15 pour 100	15,000
Intérêt à 6 pour 100 du capital de premier établissement	74,400
Total	292,100

En regard de ces estimations, le même ingénieur donne l'estimation suivante pour un service de tramway à chevaux qui ferait le même ser-

vice en employant 32 cars marchant à la vitesse de $7^{k},25$ à l'heure et portant chacun 24 personnes.

Frais d'écurie et fourrage pour 288 chevaux, à 900^{f} par an..		259,200 fr.
Ferrage à 120^{f} par cheval		34,560
Remplacement des chevaux (1/3 du nombre), à 625^{f} par an l'un		60,000
Entretien des harnais, à $18^{f},75$		5,400
» du matériel roulant pour 32 cars, à 900^{f}		28,800
Salaires des cochers à $11^{f},25$ par jour		131,400
» des conducteurs à $12^{f},50$		146,000
Intérêts sur le prix d'acquisition des voitures et des chevaux et sur la construction de la voie, soit sur un capital de $484,000^{f}$ se décomposant ainsi qu'il suit :		
32 cars à 4500^{f}	144,000	
288 chevaux à 600^{f}	180,000	
Voie	160,000	
	484,000	
comptés au taux de 6 pour 100		29,040
Total		694,440 fr.

Il s'ensuit que l'installation d'un tramway à câble permettrait de réaliser une économie de $402\,340^{f}$, soit de 57 0/0.

Le service, devant durer 20 heures par jour et donner lieu à 24 voyages dans chaque sens par heure, occasionnerait une dépense pour le tramway à câble de $0^{fr},166$ pour chaque train, soit $0^{centime},35$ par place de voyageur.

Sur le tramway à chevaux, pour le même nombre de voyageurs, la dépense serait par voyage de $0^{fr},198$ et $0^{centime},825$ par place de voyageur.

FIN DU TOME SECOND

TABLE DES MATIÈRES

DU TOME SECOND

EXPLOITATION

CHEMINS DE FER A VOIE ÉTROITE ET TRAMWAYS

CINQUIÈME PARTIE

MATÉRIEL DE TRANSPORT

SIXIEME PARTIE

EXPLOITATION TECHNIQUE

SEPTIÈME PARTIE

EXPLOITATION COMMERCIALE

HUITIEME PARTIE

RÉGIME FINANCIER ET LÉGAL

NEUVIEME PARTIE

CHEMINS DE FER A VOIE ÉTROITE

DIXIEME PARTIE

CHEMINS DE FER DANS LES VILLES

ANNEXES

FIN DE LA TABLE DES MATIÈRES.

4988. — Imprimerie A. Lahure, rue de Fleurus, 9, à Paris.

ERRATA

(*Les Chemins de fer en Amérique.* — Tome second.)

—

Page 137, ligne 28, supprimer les mots : *l'autre* $34^{k},300$.

— 149, — 32, au lieu de : *restreignent* lire : *restreint.*

— 190, — 6, — *celles* lire : *celle.*

— 227. — 30. — *variaient* lire : *varient.*

— 250. — 20, supprimer les mots : *applicables aux chemins de fer à double voie.*

— 359, — 2, au lieu de : « $44^{fr} \times 0,96 + 6^{fr},90 = 48^{fr}84$ » lire : $(44^{fr} - 6^{fr},60) \times 0,96 + 6^{fr},60 = 42^{fr},50$ ».

— 386. — 23. — *Pou hio* lire : *Pour l'Ohio.*

— 399. — 8. — *supérieur* lire : *supérieure.*

— 399. — 9. — *il* lire : *elle.*

— 438. dernière ligne, — *fermier* lire : *fermière.*

— 450. ligne 28. — *soit un* lire : *soit d'un.*

— 453. — 29. — *n'ont* lire : *n'a.*

— 458. — 7. — *de ces* lire : *des.*

— 464. — 2. — *égale* lire : *surpasse.*

— 464. — 10. — *partie* lire : *partie du terri-*

— 513. — 30. — *tender* lire : *ender.*

— 529. — 22 et 23. — *ils sont surtout appliqués* lire : *elle est surtout appliquée.*

— 627. — 23. — 1878 lire : 1868.

JAN - 8 '53 H

2561 53

CANCELLED

CANCELLED
SEP 9 '63 H


3 2044 079 961 447